

202369.012215



443 N
7-24-a
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Naosato TANIGUCHI, et al.

Application No.: 09/836,368

Filed: April 18, 2001

For: METHOD AND APPARATUS FOR
STEREOSCOPIC IMAGE DISPLAY

)
: Examiner: A. Chang
)
: Group Art Unit: 2872
)
:
)
:
)
: July 15, 2002
:
:

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following Japanese application:

JP 2001-048125 filed February 23, 2001.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicants
Michael E. Kondoudis
Registration No. 42,758

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
BLKMEK:cmv
DC_MAIN 102386 v 1

RECEIVED
JUL 16 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

09/836, 368
Naoto TANIGUCHI

4118/01

#3

2001/07/15



本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 23日

出 願 番 号

Application Number:

特願 2001-048125

出 願 人

Applicant (s):

株式会社エム・アル・システム研究所

RECEIVED

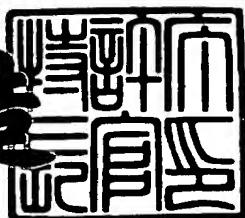
JUL 16 2002

TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年 3月 23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2001-3023105

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR12215

【提出日】 平成13年 2月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置

【請求項の数】 24

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 谷口 尚郷

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 森島 英樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 斎藤 義広

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 西原 裕

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 潤川 智志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社

エム・アール・システム研究所内

【氏名】 猪口 和隆

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代表者】 遠藤 一郎

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709456

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の異なる視点に対応した視差画像が表示可能な画像表示素子上の該視差画像の1つの視点に対応した画像からの表示光を、該画像表示素子の前面に配置した第2の光学系によって、透光部と遮光部の形成が可能な光変調素子に導光し、該光変調素子の透光部を透過した表示光を第1の光学系により所定の距離離れた観察面上の該視点に対応する位置に集めることによって該画像表示素子に表示した画像情報の立体観察を行う際、該画像表示素子に表示される視差画像の切り替えに同期して、該光変調素子からの透過光を制御することで、該画像表示素子上に表示される視差画像の全画面がそれぞれの眼に入射させるようにしたことを特徴とする立体画像表示方法。

【請求項2】

前記画像表示素子上には、右眼用と左眼用の2枚の視差画像の夫々を水平ストライプ画素に分割し、該左右眼用の水平ストライプ画素を所定の順序で配列して1つのストライプ画像を合成した第一の合成視差画像と、その配列の順序を入れ替えて合成した前記第一の合成視差画像の補間画像である第二の合成視差画像とを交互に表示することを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項3】

前記画像表示素子上に表示する合成視差画像の切り替えと前記光変調素子の透光部と遮光部を形成する制御を、該画像表示素子の一画素／または一走査線毎に同期をとつて行っていることを特徴とする請求項2の立体画像表示方法。

【請求項4】

前記光変調素子が、マトリックス構造の画素を有する／または縦長の画素構造を有する液晶シャッタを用いていることを特徴とする請求項1、2又は3の立体画像表示方法。

【請求項5】

前記画像表示素子上には、右眼用と左眼用の2枚の視差画像を交互に表示する

ことを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項6】

前記画像表示素子は所定の偏光光を射出していることを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項7】

前記光変調素子は、電気信号により透過光に2つの異なる位相シフト状態を与える第一の位相シフト部材と、該第一の位相シフト部材の前方の所定位置に設けた所定の偏光光のみを部分的に透過させる偏光光学素子とを有することを特徴とする請求項6の立体画像表示方法。

【請求項8】

前記偏光光学素子は、光学軸が直交する2つの偏光板を市松状に並べて構成していることを特徴とする請求項7の立体画像表示方法。

【請求項9】

前記偏光光学素子は、光学軸が直交する2つの偏光板を垂直方向に長いストライプ状にして水平方向に交互に並べて構成していることを特徴とする請求項7の立体画像表示方法。

【請求項10】

前記偏光光学素子は、第二の位相シフト部材と偏光板とで構成されており、かつ該第二の位相シフト部材が市松状／または垂直方向に長いストライプ状のパターンにその位相が0と π に加工されていることを特徴とする請求項7、8又は9の立体画像表示方法。

【請求項11】

前記光変調素子は電気信号により透過光に2つの異なる位相シフト状態を与える第一の位相シフト部材を有し、該第1の位相シフト部材は、前記画像表示素子と第2の光学系との間に配置されることを特徴とする請求項6の立体画像表示方法。

【請求項12】

前記画像表示素子は、自発光表示デバイスと偏光板とを有することを特徴とする請求項6の立体画像表示方法。

【請求項13】

前記画像表示素子上に、部分的又は全面に2D画像（視差のない画像）を表示することを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項14】

前記第2の光学系は、垂直方向については前記画像表示素子の画像を前記光変調素子上に結像し、水平方向については該第2の光学系の焦点位置と該光変調素子の位置が略一致することを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項15】

前記第1の光学系および第2の光学系は、水平方向に所定の周期構造を持ち、左右の瞳孔と該第1の光学系を構成する各要素光学素子の水平方向の中心を結ぶ多数の直線が交わる面に第2の光学系または／かつ画像表示素子が配置されることを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項16】

前記第2の光学系は、水平および垂直方向に各々所定の周期構造を持ち、水平および垂直方向の1周期を構成する要素光学素子は、水平方向と垂直方向に異なった光学作用を持つことを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項17】

左右眼の瞳孔と前記第1の光学系を構成する各要素光学素子の水平方向の中心を結ぶ多数の直線の交差点と該第2の光学系を構成する各々の要素光学素子の水平方向の中心が一致し、または／かつ該画像表示素子を構成する画素の水平方向の中心が一致することを特徴とする請求項1の立体画像表示方法。

【請求項18】

左右眼の瞳孔が間隔Eで並び、前記第1の光学系を構成する要素光学素子の水平方向の周期をH L 1、該光変調素子の透光部の水平方向の巾をH m、該該第2の光学系を構成する要素光学素子の水平方向の周期をH L 2、該画像表示素子の水平方向の画素ピッチをH d、

第1の光学系と第2の光学系および画像表示素子との間の光学換算距離をそれぞれL h L 2, L h d、該観察面から第1の光学系までの光学換算距離をL h 0、左右の瞳孔と画像表示素子の各画素を結んだ線群が交差する面の内、第1の光学系か

ら画像表示素子向きに数えて第1番目の交差面と該第1の光学系までの光学換算距離をLh1, 該該第1の光学系から光変調素子までの光学換算距離をLh1a, 光変調素子から該交差面の内, 第1の光学系から画像表示素子向きに数えて第1番目の交差面までの光学換算距離をLh1b, N d, N L 2をともに2以上の整数としたとき, 以下の関係が成立する事を特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の立体画像表示方法。

$$Nd \cdot HL1 / E = Lhd / (Lhd + Lh0) \dots (h1)$$

$$Hd / HL1 = (Lh0 + Lhd) / Lh0 \dots (h2)$$

$$NL2 \cdot HL1 / E = LhL2 / (LhL2 + Lh0) \dots (h3)$$

$$HL2 / HL1 = (Lh0 + LhL2) / Lh0 \dots (h4)$$

$$H1 / E = Lh1 / (Lh1 + Lh0) \dots (h5)$$

$$H1 / HL1 = (Lh1 + Lh0) / Lh0 \dots (h6)$$

$$H1 \cdot Lh1a / Lh1 = HL1 \cdot Lh1B / Lh1 \dots (h7)$$

$$Lh1a + Lh1B = Lh1 \dots (h8)$$

$$Hm / H1 = Lh1a / Lh1 \dots (h9)$$

【請求項19】

前記画像表示素子の垂直方向の画素ピッチをV d, 前記光変調素子の透光部または遮光部の垂直方向の巾をV m, 該画像表示素子から前記第2の光学系の垂直方向の光学作用を持つ面までの光学換算距離をL v 1, 該第2の光学系の垂直方向の光学作用を持つ面から該光変調素子までの光学換算距離をL v 2, 第2の光学系を構成する個々の要素光学素子の垂直方向の焦点距離をf v, 該光変調素子と観察面との間の光学換算距離をL v 0とするとき以下の関係式が成立することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項又は請求項18の立体画像表示方法

$$Vd : Vm = Lv1 : Lv2 \dots (v1)$$

$$2 \cdot Vd : VL = Lv1 + Lv2 : Lv2 \dots (v2)$$

$$1 / Lv1 + 1 / Lv2 = 1 / fv \dots (v3)$$

$$Vd : VL = Lv0 + Lv1 + Lv2 : Lv0 + Lv2 \dots (v4)$$

【請求項20】

前記第1及び第2の光学系は、レンチキュラーレンズを有することを特徴とする請求項1から19のいずれか1項の立体画像表示方法。

【請求項21】

複数の異なる視点に対応した視差画像を各々所定のストライプ画像とし、該ストライプ画像を所定の順序で配列して合成した合成視差画像と、その配列を入れ整えて合成した合成視差画像を切り替えて表示することができる画像表示素子上の該合成視差画像の1つの視点に対応したストライプ画像からの表示光を、該画像表示素子の前面に配置した第2の光学系によって所定のピッチの透光部と遮光部を該画像表示素子に表示する合成視差画像の切り替えに同期して切り替えて形成できる光変調素子に導光し、該光変調素子の該透光部を透過した表示光を第1の光学系により観察面上の該視点に対応する市に集めることによって該画像表示素子に表示した画像情報の立体観察を行うことを特徴とする立体画像表示方法。

【請求項22】

前記各ストライプ画像を構成する画素から発せられた表示光の内、該ストライプ画像に対応する観察者の視点位置に到達する表示光が第2の光学系により光変調素子の遮光部を透過するように該光変調素子に集光され、それ以外の光は遮光部で遮光されることを特徴とする請求項21記載の立体画像表示方法。

【請求項23】

前記第2の光学系は、垂直方向については前期画像表示素子上の画素を前記光変調素子上に結像し、水平方向については焦点位置と該光変調素子の位置が略一致することを特徴とする請求項21又は22記載の立体画像表示方法。

【請求項24】

前記請求項1～23のいずれか1項に記載の立体画像表示方法を用いたことを特徴とする立体画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置に関し、特に、観察者が特殊なメガネを装着することなく立体画像を観察することができる、例

えば、テレビ、ビデオ、コンピュータ、ゲームマシン等において立体表示を行うのに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来CRTやLCDなどの画像表示素子にストライプ状に分割された2視点以上の視差画像を所定の順番で交互に並べた合成ストライプ視差画像を表示し、視差画像からの表示光を画像表示素子の前面に配置された光学部材において、視差画像の対応する視点位置だけに表示光を導いて立体画像表示をする方法として、パララックス・バリアやレンチキュラー方式が知られている。また照明光源からの光を所定の透光部・遮光部を有する光変調素子を透過させ該透過光束をパターン化し、該パターン化した光束が観察者の右眼・左眼に分離されて入射する様にパターン化された光学系により指向性を与え、該パターン化された光学系と観察者の間に透過型の画像表示素子を設け、該画像表示素子に右眼・左眼に対応した視差画像を交互にストライプ状に合成して表示する事を特徴とする立体画像表示方法及び装置が、例えば特開平9-311294で提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

パララックス・バリアやレンチキュラー方式では、合成ストライプ視差画像として垂直方向に細長い視差画像を交互に表示した縦ストライプ合成視差画像を用い、視差画像の視点への方向づけは縦ストライプ画像の画素位置と画像表示素子前面に置かれるパララックス・バリアやレンチキュラーレンズによって行っている。これらの方法で画像表示素子としてCRTやLCD、PDPなどの離散的画素をもつ画像表示素子を用いると、画素と画素の間にある所謂ブラックマトリックスの部分に対応して観察面で表示光が達しない暗部が生じ、実効的な観察領域の水平方向の巾を狭めることになる。

【0004】

特開平9-311294号公報で提案されている方法では画像表示素子としてLCDなどの透過型画像表示素子を用い、表示光の左右眼の位置への方向づけは画像表示素子の後ろ側にある光学系で行うものであり、LCDなどの透過型画像

表示素子の拡散や画素構造による回折などで表示光の方向が乱されるとクロストークを生じるなどの問題点があった。

【0005】

また、これら従来のめがねなしの立体画像表示方式では、左右眼用のそれぞれの視差画像を表示する際に表示画素数が半分になり、解像度が低くなってしまうと言う問題があった。

【0006】

本発明は、特殊なメガネを必要としないで立体画像を観察するとき表示装置において、クロストーク及びモアレを低減して高解像度で立体画像を表示することができ、又、必要に応じては立体画像と平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフリッカー無く高解像度で表示できる立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の立体画像表示方法は、

複数の異なる視点に対応した視差画像が表示可能な画像表示素子上の該視差画像の1つの視点に対応した画像からの表示光を、該画像表示素子の前面に配置した第2の光学系によって、透光部と遮光部の形成が可能な光変調素子に導光し、該光変調素子の透光部を透過した表示光を第1の光学系により所定の距離離れた観察面上の該視点に対応する位置に集めることによって該画像表示素子に表示した画像情報の立体観察を行う際、該画像表示素子に表示される視差画像の切り替えに同期して、該光変調素子からの透過光を制御することで、該画像表示素子上に表示される視差画像の全画面がそれぞれの眼に入射させるようにしたことを特徴としている。

【0008】

請求項2の発明は請求項1の発明において、

前記画像表示素子上には、右眼用と左眼用の2枚の視差画像の夫々を水平ストライプ画素に分割し、該左右眼用の水平ストライプ画素を所定の順序で配列して1つのストライプ画像を合成した第一の合成視差画像と、その配列の順序を入れ

替えて合成した前記第一の合成視差画像の補間画像である第二の合成視差画像とを交互に表示することを特徴としている。

【0009】

請求項3の発明は請求項2の発明において、

前記画像表示素子上に表示する合成視差画像の切り替えと前記光変調素子の透光部と遮光部を形成する制御を、該画像表示素子の一画素／または一走査線毎に同期をとって行っていることを特徴としている。

【0010】

請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、

前記光変調素子が、マトリックス構造の画素を有する／または縦長の画素構造を有する液晶シャッタを用いていることを特徴としている。

【0011】

請求項5の発明は請求項1の発明において、

前記画像表示素子上には、右眼用と左眼用の2枚の視差画像を交互に表示することを特徴としている。

【0012】

請求項6の発明は請求項1の発明において、

前記画像表示素子は所定の偏光光を射出していることを特徴としている。

【0013】

請求項7の発明は請求項6の発明において、

前記光変調素子は、電気信号により透過光に2つの異なる位相シフト状態を与える第一の位相シフト部材と、該第一の位相シフト部材の前方の所定位置に設けた所定の偏光光のみを部分的に透過させる偏光光学素子とを有することを特徴としている。

【0014】

請求項8の発明は請求項7の発明において、

前記偏光光学素子は、光学軸が直交する2つの偏光板を市松状に並べて構成していることを特徴としている。

【0015】

請求項9の発明は請求項7の発明において、

前記偏光光学素子は、光学軸が直交する2つの偏光板を垂直方向に長いストライプ状にして水平方向に交互に並べて構成していることを特徴としている。

【0016】

請求項10の発明は請求項7、8又は9の発明において、

前記偏光光学素子は、第二の位相シフト部材と偏光板とで構成されており、かつ該第二の位相シフト部材が市松状／または垂直方向に長いストライプ状のパターンにその位相が0とπに加工されていることを特徴としている。

【0017】

請求項11の発明は請求項6の発明において、

前記光変調素子は電気信号により透過光に2つの異なる位相シフト状態を与える第一の位相シフト部材を有し、該第1の位相シフト部材は、前記画像表示素子と第2の光学系との間に配置されることを特徴としている。

【0018】

請求項12の発明は請求項6の発明において、

前記画像表示素子は、自発光表示デバイスと偏光板とを有することを特徴としている。

【0019】

請求項13の発明は請求項1の発明において、

前記画像表示素子上に、部分的又は全面に2D画像（視差のない画像）を表示することを特徴としている。

【0020】

請求項14の発明は請求項1の発明において、

前記第2の光学系は、垂直方向については前記画像表示素子の画像を前記光変調素子上に結像し、水平方向については該第2の光学系の焦点位置と該光変調素子の位置が略一致することを特徴としている。

【0021】

請求項15の発明は請求項1の発明において、

前記第1の光学系および第2の光学系は、水平方向に所定の周期構造を持ち、

左右の瞳孔と該第1の光学系を構成する各要素光学素子の水平方向の中心を結ぶ
多数の直線が交わる面に第2の光学系または／かつ画像表示素子が配置されるこ
とを特徴としている。

【0022】

請求項16の発明は請求項1の発明において、

前記第2の光学系は、水平および垂直方向に各々所定の周期構造を持ち、水平
および垂直方向の1周期を構成する要素光学素子は、水平方向と垂直方向に異な
った光学作用を持つことを特徴としている。

【0023】

請求項17の発明は請求項1の発明において、

左右眼の瞳孔と前記第1の光学系を構成する各要素光学素子の水平方向の中心
を結ぶ多数の直線の交差点と該第2の光学系を構成する各々の要素光学素子の水
平方向の中心が一致し、または／かつ該画像表示素子を構成する画素の水平方向
の中心が一致することを特徴としている。

【0024】

請求項18の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、

左右眼の瞳孔が間隔Eで並び、前記第1の光学系を構成する要素光学素子の水
平方向の周期をH L 1、該光変調素子の透光部の水平方向の巾をH m、該該第2
の光学系を構成する要素光学素子の水平方向の周期をH L 2、該画像表示素子の
水平方向の画素ピッチをH d、

第1の光学系と第2の光学系および画像表示素子との間の光学換算距離をそれ
ぞれLhL 2, Lhd、該観察面から第1の光学系までの光学換算距離をL h 0、左右
の瞳孔と画像表示素子の各画素を結んだ線群が交差する面の内、第1の光学系か
ら画像表示素子向きに数えて第1番目の交差面と該第1の光学系までの光学換算
距離をLh1、該該第1の光学系から光変調素子までの光学換算距離をLh1a、光変調
素子から該交差面の内、第1の光学系から画像表示素子向きに数えて第1番目の
交差面までの光学換算距離をLh1b、N d、N L 2をともに2以上の整数としたと
き、以下の関係が成立する事を特徴としている。

【0025】

$Nd*HL1/E=Lhd/(Lhd+Lh0) \dots (h1)$

$Hd/HL1=(Lh0+Lhd)/Lh0 \dots (h2)$

$NL2*HL1/E=LhL2/(LhL2+Lh0) \dots (h3)$

$HL2/HL1=(Lh0+LhL2)/Lh0 \dots (h4)$

$H1/E=Lh1/(Lh1+Lh0) \dots (h5)$

$H1/HL1=(Lh1+Lh0)/Lh0 \dots (h6)$

$H1*Lh1a/Lh1=HL1*Lh1B/Lh1 \dots (h7)$

$Lh1a+Lh1B=Lh1 \dots (h8)$

$Hm/H1=Lh1a/Lh1 \dots (h9)$

請求項19の発明は請求項1から5のいずれか1項又は請求項18の発明において、

前記画像表示素子の垂直方向の画素ピッチを Vd 、前記光変調素子の透光部または遮光部の垂直方向の巾を Vm 、該画像表示素子から前記第2の光学系の垂直方向の光学作用を持つ面までの光学換算距離を $Lv1$ 、該第2の光学系の垂直方向の光学作用を持つ面から該光変調素子までの光学換算距離を $Lv2$ 、第2の光学系を構成する個々の要素光学素子の垂直方向の焦点距離を fv 、該光変調素子と観察面との間の光学換算距離を $Lv0$ とするとき以下の関係式が成立することを特徴としている。

【0026】

$Vd:Vm=Lv1:Lv2 \dots (v1)$

$2 \cdot Vd:VL=Lv1+Lv2:Lv2 \dots (v2)$

$1/Lv1+1/Lv2=1/fv \dots (v3)$

$Vd:VL=Lv0+Lv1+Lv2:Lv0+Lv2 \dots (v4)$

請求項20の発明は請求項1から19のいずれか1項の発明において、

前記第1及び第2の光学系は、レンチキュラーレンズを有することを特徴としている。

【0027】

請求項21の発明の立体画像表示方法は、

複数の異なる視点に対応した視差画像を各々所定のストライプ画像とし、該ス

トライプ画像を所定の順序で配列して合成した合成視差画像と、その配列を入れ整えて合成した合成視差画像を切り替えて表示することができる画像表示素子上の該合成視差画像の1つの視点に対応したストライプ画像からの表示光を、該画像表示素子の前面に配置した第2の光学系によって所定のピッチの透光部と遮光部を該画像表示素子に表示する合成視差画像の切り替えに同期して切り替えて形成できる光変調素子に導光し、該光変調素子の該透光部を透過した表示光を第1の光学系により観察面上の該視点に対応する市に集めることによって該画像表示素子に表示した画像情報の立体観察を行うことを特徴としている。

【0028】

請求項22の発明は請求項21の発明において、

前記各ストライプ画像を構成する画素から発せられた表示光の内、該ストライプ画像に対応する観察者の視点位置に到達する表示光が第2の光学系により光変調素子の遮光部を透過するように該光変調素子に集光され、それ以外の光は遮光部で遮光されることを特徴としている。

【0029】

請求項23の発明は請求項22の発明において、

前記第2の光学系は、垂直方向については前期画像表示素子上の画素を前記光変調素子上に結像し、水平方向については焦点位置と該光変調素子の位置が略一致することを特徴としている。

【0030】

請求項24の発明の立体画像表示装置は、

前記請求項1～23のいずれか1項に記載の立体画像表示方法を用いたことを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】

【実施形態1】

図1は、本発明の実施形態1におけるある瞬間での画像表示状態を説明する要部斜視図である。画像表示素子1には、後述する2視点（又は2視点以上）の視差画像から合成された2枚（複数）の合成視差画像が交互に表示される。2は横

レンチキュラーレンズであり、垂直方向Vに屈折力を有した複数のシリンドリカルレンズ（要素光学素子）2aを有している。3は第1の縦レンチキュラーレンズ（第1の光学系）、4は所定の偏光光に対して遮光部と透光部とを制御できる光変調素子、5は第2の縦レンチキュラーレンズ（第2の光学系）である。第1、第2の縦レンチキュラーレンズ3、5は水平方向Hに屈折力を有した複数のシリンドリカルレンズ（要素光学素子）3a、5aを有している。

【0032】

図2は、画像表示素子1に表示する合成視差画像の説明図である。図2（A）は左眼用の視差画像6、図2（B）は右眼用の視差画像7である。観察者の左右各々の眼に対応する視差画像6、7を水平方向に長いストライプ画像（L1～Ln、R1～Rn）に分割して交互に垂直方向に並べて図2（C）に示す合成視差画像8または図2（D）に示す合成視差画像9を合成する。この実施形態では水平ストライプ画像への分割は、画像表示素子1（図1など）の水平走査線ごとの分割としている。

【0033】

図3は図1のH-LA断面図（水平断面図）、図4は図1のV-LA断面図（垂直断面図）である。

【0034】

はじめに本発明の立体画像表示装置で立体映像が観察できる原理について説明を行い、次に高解像度の立体画像を表示する方法について説明する。

【0035】

図1に示す実施形態1の状態では合成視差画像の奇数ラインが右眼用の視差画像（R1、R3、R5……）、偶数ラインが左眼用の視差画像（L2、L4、L6……）である第二の合成視差画像9が表示されているとする。図1において、画像表示素子1上に表示される合成視差画像9の各画素水平ラインには、横レンチキュラーレンズ2を構成する水平方向に細長く垂直方向にだけ曲率を持つ1つのシリンドリカルレンズ2aが対応しており垂直断面内（V-LA断面内）では、画像表示素子1の画素1aは、光変調素子4上に結像される。

【0036】

水平方向 (H-LA断面内) には画像表示素子1の各画素から発せられる画像表示光は、第2の縦レンチキュラーレンズ5により光変調素子4上に集光される。光変調素子4は、第2の縦レンチキュラーレンズ5を構成する垂直方向に細長く水平方向にだけ曲率を持つシリンドリカルレンズ5aの焦点面に配置される。

【0037】

該第2の縦レンチキュラーレンズ5を構成するシリンドリカルレンズ5aの焦点距離を f_{h2} とすると各画素1aからの画像表示光は、該シリンドリカルレンズ5aへの水平方向の入射角 ah に対して各シリンドリカルレンズ5aの中心から $f_{h2} * t_{an(ah)}$ だけ水平方向にずれた位置で光変調素子4と交わる。

【0038】

光変調素子4の透光部4aおよび遮光部4bの水平方向の1ラインは、該合成視差画像の1水平ラインと対応しており水平方向には1透光部と1遮光部のペアが該第1の縦レンチキュラーレンズ3を構成するシリンドリカルレンズ3aの1つと対応している。

【0039】

合成視差画像9の右眼用ライン(奇数走査線)の各画素からの画像表示光のうち、観察者の右眼E_rの位置に向かう光は光変調素子4の透光部4aに第2の縦レンチキュラーレンズ5により集められ、観察者の左眼E_lの位置に向かう画像表示光は、光変調素子4の遮光部4bで遮光されるように光変調素子4上の水平ラインの透光部4aと遮光部4bの配列は規定されている。光変調素子4の水平奇数ラインの透光部4aと遮光部4bの配列は、水平偶数ラインの透光部と遮光部の配列と透光部と遮光部の位置が入れ替わるように設定され、全体で透光部と遮光部が市松状になるようになっている。

【0040】

光変調素子4を透過した画像表示光は、第1の縦レンチキュラーレンズ3で観察者の左右の眼に投射される。光変調素子4は第1の縦レンチキュラーレンズ3の焦点面になっており、光変調素子4の透光部位置と第1の縦レンチキュラーレンズ3により予め定められた距離にいる観察者の左眼には左眼用の視差画像からの表示光だけが、右眼には右眼用の視差画像からの表示光だけが達する。

【0041】

次に第1の縦レンチキュラーレンズ3, 横レンチキュラーレンズ2, 光変調素子4, 第2の縦レンチキュラーレンズ5を用いた立体画像表示装置の設計パラメータを好適に設定した場合の互いの関係について説明する。

【0042】

図3は、本実施形態の立体画像表示装置を画像表示素子1の右眼用画像ライン（奇数走査線）を含む水平断面（H-L A断面）で切った断面図であり、既出の図と同一部材については同一の記号を付す。本発明の立体画像表示装置では、水平方向の作用と垂直方向の光学作用は分離して考える事が出来、図3を使った説明は、水平方向の作用に関するものである。

【0043】

図3では右眼E_rに向かう画像表示光を実線、左眼E_lに向かう画像表示光を破線で示している。図1, 2から明らかなようにこれら2つの光線群を含む面は画像表示素子1の走査線の巾で垂直方向にずれている。

【0044】

本実施形態では観察者の左右眼の位置と画像表示素子1の水平画素ライン上の各画素を結ぶ直線上に第1の縦レンチキュラーレンズ3を構成するシリンドリカルレンズ3aの頂点、光変調素子4の透光部または遮光部の中心、第2の縦レンチキュラーレンズ5を構成するシリンドリカルレンズ5aの頂点が位置するよう構成することが望ましい。この条件が崩れても光変調素子4と第1のレンチキュラーレンズ3の関係が保たれていれば立体画像の表示は可能だが配置によっては画像表示素子1からの光の利用効率が悪くなり、さらに画素の一部が暗くなる可能性がある。

【0045】

図3のように立体画像表示装置を構成するとき、第1の縦レンチキュラーレンズ3および第2の縦レンチキュラーレンズ5は左右の眼の位置であるE_l, E_rを2点と画像表示素子の水平画素ライン上の各画素をむすぶ直線群が交わる面（交差面）S₁, S₂, ……S_nに配置すれば良い。

【0046】

図3では第1の縦レンチキュラーレンズ3からみて1番目の交線面S2に第2の縦レンチキュラーレンズ5を配置し、2番目の交線面S1に画像表示素子1を配置したことになる。横レンチキュラーレンズ2は、これらの条件とは無関係に後述する垂直方向の条件を満足すれば、それ以外の部材と干渉しない位置に配置することが出来る。（図3では横レンチキュラーレンズ2が画像表示素子1と第2の縦レンチキュラーレンズ5の間に配置されている）。

【0047】

光変調素子4は、第1の縦レンチキュラーレンズ3と第2のレンチキュラーレンズ5の間で左眼と画像表示素子1の各画素1aを結ぶ直線群（破線）と右眼と画像表示素子1の各画素を結ぶ直線群（実線）の間隔が等分となる面に配置される。以上のように配置されているとき本実施形態の立体画像表示装置の水平方向に関する設計パラメータの関係は以下のようになる。

【0048】

$$Nd*HL1/E=Lhd/(Lhd+Lh0) \dots (h1)$$

$$Hd/HL1=(Lh0+Lhd)/Lh0 \dots (h2)$$

$$NL2*HL1/E=LhL2/(LhL2+Lh0) \dots (h3)$$

$$HL2/HL1=(Lh+LhL2)/Lh0 \dots (h4)$$

$$HL2/E=Lh1/(Lh1+Lh0) \dots (h5)$$

$$H1/HL2=(Lh0+Lh1)/Lh0 \dots (h6)$$

$$H1*Lh1a/Lh1=H0*Lh1b/Lh1 \dots (h7)$$

$$Lh1a+Lh1b=Lh1 \dots (h8)$$

$$Hm/H1=Lh1a/Lh1 \dots (h9)$$

$$f_{h2}=LhL2-Lh1a \dots (h10)$$

$$f_{h1}=Lh1a \dots (h11)$$

ただしHL1,HL2は、第1、第2の縦レンチキュラーレンズ3、5のシリンドリカルレンズのピッチ、Hdは画像表示素子1の水平方向の画素ピッチ、Hmは光変調素子4の透光部4aまたは遮光部4bの水平方向の巾、
H1は、第1の縦レンチキュラーレンズ3からみて前述の光線群の第1番目の交差面S3での交点間の水平ピッチ、Nd、NL2は、各々画像表示素子1および

第2の縦レンチキュラーレンズ5が配置される位置について第1の縦レンチキュラーレンズ3からみて前述の光線群の第N d番目の交差面, 第N L 2番目の交差面に配置されることを示す正の整数であり,

L_{hd}, L_{hL2} は, 各々第2の縦レンチキュラーレンズ5および画像表示素子1の第1の縦レンチキュラーレンズ3からの光学換算距離, L_{h0} は観察者から第1の縦レンチキュラーレンズ3までの光学換算距離, L_{h1} は, 第1の縦レンチキュラーレンズ3からみて前述の光線群の第1番目の交差面までの距離, L_{h1a}, L_{h1b} は, 該第1の交差面から光変調素子4までの光学換算距離および光変調素子4から第1の交差面までの光学換算距離, f_{h1}, f_{h2} は各々第1, 第2の縦レンチキュラーレンズ3, 5を構成する個々のシリンドリカルレンズ3 a, 5 aの焦点距離である。以上の関係式を各設計パラメータが満足しているとき右眼と左眼に表示光の良好な分離が起こる。

【0049】

ここで第2の縦レンチキュラーレンズ5は, 図3で示す実施形態では第1番目の交差面S 2に配置されているが (h 6) から (h 9) までの関係式は, 第2の縦レンチキュラーレンズ5が第1番目の交差面に置かれるか否かに関わらず成立が要求される。尚、式 (h 1) ~ (h 11) は厳密に成立する必要はなく、略等しい ($\pm 20\%$ 以内) ければ良い。以下の各式においても同様である。

【0050】

図2 7に画像表示素子1および第2の縦レンチキュラーレンズ5を第1の縦レンチキュラーレンズ3からみて前述の光線群の第4番目の交差面S 1および第2番目の交差面S 3に置く構成例を示す ($N_d = 4, N_L 2 = 2$ の場合)。図3と同一の部材には、同一の符番を付す。この構成例でも前述の (h 1) から (h 9) までの関係式が成立している場合に右眼と左眼に表示光の良好な分離が起こる。

【0051】

このように本実施形態では、第2の縦レンチキュラーレンズ5と画像表示素子1を配置する位置に自由度があり、例えば画像表示素子1がLCDやPDP等で、画像が実際に表示される液晶層等が所定の厚さの基板ガラスなどで挟まれてお

り、第2の縦レンチキュラーレンズ5や横レンチキュラーレンズ2などの部材を該画像表示素子1のすぐ近くには、配置できない場合でも良好な立体画像表示が行える配置がある。

【0052】

なお画像表示素子1からの画像光の利用効率を高く設定する必要が無い場合は、前記の関係式を必ずしもすべて満たしていなくても又は一部であっても立体画像の表示は可能である。その場合 $Hm:E=Lh1a:Lh0$ と前述(h11)および後述される垂直方向の関係式を満たしていれば良い。

【0053】

次に本実施形態における垂直方向(V-LA断面)の関係式の説明を図4を用いて行う。

【0054】

図4は、本実施形態の立体画像表示装置を横から観た概略図であり既出の図と同一部材については同一の記号を付す。横レンチキュラーレンズ2を構成する個々のシリンドリカルレンズ2aは画像表示素子1の1水平ラインに対応し、垂直断面において該水平ラインを光変調素子4上の透光部4aおよび遮光部4bから構成される1つの水平ライン上に結像する。このような作用が良好に働くためには立体画像表示装置の垂直方向に関する設計パラメータの関係は以下のようになる。

【0055】

$$Vd:Vm=Lv1:Lv2 \dots (v1)$$

$$2 \cdot Vd:VL=Lv1+Lv2:Lv2 \dots (v2)$$

$$1/Lv1+1/Lv2=1/fv \dots (v3)$$

ここで Vd は、画像表示素子1の画素の垂直方向ピッチ、 Vm は、光変調素子4の透光部4aまたは遮光部4bの垂直方向の巾、 $Lv1$ は、画像表示素子1から横レンチキュラーレンズ2までの光学換算距離、 $Lv2$ は、横レンチキュラーレンズ2から光変調素子4までの光学換算距離、 fv は、横レンチキュラーレンズ2を構成するシリンドリカルレンズ2aの焦点距離である。

【0056】

式(v1)は、画像表示素子1上の1水平ストライプ画像が光変調素子4上の1水平列上に過不足ない巾で結像されるための条件であり、式(v3)は、該結像のために必要な横レンチキュラーレンズ2を構成する水平方向に細長い個々のシリンドリカルレンズ2aの垂直方向の焦点距離を規定する条件である。式(v2)は、画像表示素子上の1水平ストライプ画像からでた画像光が該横レンチキュラーレンズ2の該水平ストライプ画像に対応していない水平方向に細長いシリンドリカルレンズ2aを通っても左右の反転が起こらずクロストークが生じないための条件である。

【0057】

さらに垂直断面において観察者の眼と光変調素子4の各透光部の中心、横レンチキュラーレンズ2を構成する個々のシリンドリカルレンズ2aの中心および画像表示素子1の画素1aの中心が一直線上に並ぶ構成にすると画像光の利用効率が高くまた横レンチキュラーレンズ2の横筋が目立たなくすることが出来る。

【0058】

この様に立体画像表示装置を構成するには式(v1)から式(v3)に加え、光変調素子4から観察者までの光学換算距離Lv0とすると

$$Vd:VL=Lv0+Lv1+Lv2:Lv0+Lv2 \quad \dots \quad (v4)$$

が成り立っていることが必要である。

【0059】

前述の様に本実施形態では垂直方向と水平方向の関係式は、独立であり、横レンチキュラーレンズ2は、式(v1)から式(v4)が成立し、他の部材と干渉しない位置に自由に配置することができる。

【0060】

この様に、本実施形態の立体画像表示装置において、図2に示すような水平ストライプ状の合成視差画像8または9を画像表示素子1上に表示すれば、所定の観察位置ではそれぞれの視差画像6、7を分離して観察することができ、立体映像を良好に観察することができる。

【0061】

次に図1、2、5、6を用いて、高解像度の立体画像を表示する方法について

説明する。

【0062】

図1に示す画像生成装置10からは、画像表示素子1に表示する合成視差画像を生成すると同時に、光変調素子4の市松状の透光部4aと遮光部4bの位置を決定して、その制御信号を画像信号に同期させて生成・出力する。この制御信号と合成視差画像の画像信号は、画像表示素子1や光変調素子4の1画素単位または1走査線単位で同期して駆動制御する。（これについてはさらに詳細に後述する。）

図5は、画像表示素子1に合成視差画像9を表示したある瞬間の、右眼用画像ライン（奇数走査線）を含む水平断面で切った断面図であり、図3において実線で示した右眼に向かう画像光のみを示している図面と同じである。図7に、この時の画像表示素子1の表示状態（合成視差画像）9と光変調素子4の市松状の透光部4aと遮光部4bのパターン14を示す。従って、この表示状態の時には、これまでに説明したように奇数走査線に表示された右眼用画像はすべて右眼に入射させられ、1走査線ずれている左眼用画像はすべて左眼に入射している。すなわち、この時は、それぞれの眼では画像表示素子1の水平方向の解像度は1/2になって見えることになる。

【0063】

次に、画像生成装置10は画像表示素子1に合成視差画像8を表示し、光変調素子4には図5に示す透光部4aと遮光部4bの位置を反転させた市松状のパターンに制御する。

【0064】

即ち、図6及び図9に示す様に画像表示素子1に合成視差画像8を表示し、光変調素子4には図9に示すパターン15を表示する。このときにも、前述の原理に従い、それぞれの視差画像はそれぞれの眼に入射している。ただし、図からも明らかな様に、合成視差画像8は合成視差画像9の補間画像であり、光変調素子4上の市松状のパターン14、15も互いに補間している。すなわち、この2つの状態を交互に表示することで観察者は画像表示素子1上に表示されるそれぞれの視差画像のすべてを観察することになり、高解像度の立体画像が観察できる。

【0065】

ここで、図8はこれら2つの状態の中間時、つまり、図7から図9の表示に切り替わる途中の状態を示しており、画像表示素子1と光変調素子4の対応する走査線上の対応する画素Pについて同期をとりながら表示／制御させる。通常、画像表示素子には走査線を選択してその走査線上の画像データを送って画像表示するデバイスが多く、例えばノンインターレースに第一走査線から順次表示するデバイスが多い。

【0066】

本実施形態では、この様なデバイスを用いたときにも左右の眼にクロストークを生じることなく立体画像を観察することができる。この様に画像表示素子1と光変調素子4の対応する走査線上の対応する画素を、1画素または1走査線毎に同期をとりながら表示することにより、フレームレートの高くない表示素子、光変調素子を用いても良好な立体画像表示を可能としている。

【0067】

当然のことながら、フレームレートが十分に高く、例えば120Hzで駆動できる様なデバイスをもちいることができる場合には、上述した図5、図7の状態と図6、図9に示す状態の2つの状態を高速に切り替えれば良い。この時にもそれぞれのデバイスの垂直同期信号を利用して互いのデバイスの同期をとりながら表示することが望ましい。

【0068】

また、本実施形態の立体画像表示装置では立体画像－平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフリッカー無く高解像度で表示できる立体画像表示方法を用いている。

【0069】

図10、図11に、立体画像と平面画像（2D画像）とを混在して表示するときの、画像表示素子1上に表示する合成視差画像と光変調素子4上の市松状のパターンとを示す。ここでは簡単のため、中間の表示状態を省略するが、1画素または1走査線毎もしくは1フレーム毎に同期をとりながら表示することは前述したとおりである。図10、図11はそれぞれ図7、図9と一部が同じであり、合

成観差画像9、8の所定の位置に通常の平面画像（2D画像）を合成して表示している。

【0070】

すなわち、前述の状態（水平ストライプ状の合成観差画像8、9を用いて表示する状態）において、観察者はそれぞれの眼でそれぞれの観差画像の全面を観察することができる訳であるから、画像表示素子1の所定の位置に通常の平面画像（2D画像）を合成して表示すれば、それぞれの眼にはこの平面画像（2D画像）の全画素が入射するので、両眼で同じ観差のない平面画像（2D画像）を見ることになり、それ以外の部分ではそれぞれの眼に対応した観差画像が分離して表示されるため、高解像度に表示された立体画像と平面画像（2D画像）とが混在している画像を同じ画面上に観察することができる。

【0071】

[実施形態2]

図12は、本発明の実施形態2を説明する図であり、前出の図と同一部材には同一符番を付す。本実施形態が実施形態1と異なる点は、光変調素子4が電気信号により透過光に2つの異なる位相シフト状態を与える第一の位相シフト部材41と偏光光学素子42を有する点である。ここでは、前記実施形態1と異なる点について詳細に説明する。

【0072】

画像表示素子1はこれから発する光が、紙面内に振動する偏光面を有する直線偏光になるように構成している。これは画像表示素子1にLCDを用いる場合は、LCDに用いている偏光板を所定の方向に設定することで実現でき、画像表示素子1にCRTやPDPなどの自発光型の表示デバイスを用いる場合は、そのデバイスの表示面の前面に偏光板を配置することにより実現できる。

【0073】

ここでは、説明を簡単にするために、画像表示素子1を射出する偏光光を紙面に垂直な方向に振動する直線偏光として説明するが、鉛直方向に対して45度傾いた直線偏光であっても、それに応じて偏光軸を設定すれば、同様の構成で同様の機能が得られる。

【0074】

まず、はじめに図13、図14を用いて、第一の位相シフト部材（ π セル）41と偏光子（偏光光学素子）42の作用を説明する。図13は π セル41に電圧を印加していない。 $o f f$ の場合、図14は π セル41に電圧を印加している。 $o n$ の場合の説明図で、いずれも π セル41内の液晶のダイレクターの向きと、画像表示素子1を射出してきた直線偏光光の偏光子（偏光光学素子）42を射出するまでの偏光方向の変化を斜視図で示している。偏光子42は偏光軸が互いに直交している42a部（斜線部）と42b部（ドット部）が市松状に配置された偏光板である。

【0075】

π セル41への印加電圧が $o f f$ の場合（図13）、 π セル41内の液晶のダイレクターは π セル41の画像表示素子1側の界面から偏光子42側の界面に向かってすすむに従い90°回転する。

【0076】

画像表示素子1を射出した紙面内に振動する偏光面を有する直線偏光は、 π セル41を透過する際にダイレクターの向きに沿って偏光方向を変え、横方向（紙面に垂直な方向）に振動する直線偏光となって π セル41から射出する。この光は偏光子42を構成する偏光板42a部を透過し、偏光板42b部では遮光され、市松状のパターンで表示画像光を透過することになる。

【0077】

逆に、 π セル41の印加電圧が $o n$ の場合（図14）、 π セル41内の液晶のダイレクターは π セル41の界面に対して略垂直（光線の進行方向）に並び、画像表示素子1を射出した紙面内に振動する偏光面を有する直線偏光は偏光方向を変えずに、紙面内に振動する偏光面の直線偏光のまま π セル41から出射する。この光は偏光子42を構成する偏光板42a部では遮光され、偏光板42b部を透過する。従って、印加電圧が $o f f$ の場合の市松状の透過部とは補間的なパターンで表示画像光を透過することになる。

【0078】

即ち、実施形態1における光変調素子4と同様の作用を果たすことが理解でき

る。

【0079】

では、図12に戻って、本実施形態の動作を説明する。

【0080】

本実施形態においては、画像表示素子1上には図7に示す合成視差画像9と図9に示す合成視差画像8とを交互に表示する。その画像の切り替えに同期して、画像生成装置10は第一の位相シフト部材(πセル)41の駆動装置12へ同期信号を出力し、第一の位相シフト部材(πセル)41への印加電圧を o_n/o_f する。これにより、前述のπセルの作用により市松状のパターンで偏光子42を透過させ、実施形態1にて説明した同様の原理で高解像度の立体画像が観察できる。

【0081】

この時、第一の位相シフト部材(πセル)41は全面に渡って電圧が印加される様に全面に電極が配置されていれば良く、位相シフト部材(πセル)41の作成も簡単で、駆動も容易である。

【0082】

もちろん、複数の水平ストライプ状の電極を設けて、画像表示素子1の走査線に対応してその分割されたブロック毎に位相シフト状態を制御することも可能である。この時には、その分割ブロックの位置に対応する画像表示素子の走査線への選択信号(水平同期信号)を用いることで、第一の位相シフト部材(πセル)41の各分割ブロックへの駆動信号へのタイミングをとることが可能である。

【0083】

図15～図19は、本実施形態における偏光子42の他の実施形態である。ここでは、この素子の作用について説明する。本実施形態では、偏光軸が互いに直交している42a部(斜線部)と42b部(ドット部)が市松状に配置された偏光子42の代わりに、第二の位相部材(第2の位相シフト部材)421と偏光板422から構成され、第二の位相部材421の位相が市松状に0, π に加工されている素子を用いる点が異なる。

【0084】

先ほど π セルの作用を説明したのと同様に、位相差 π の位相板は入射直線偏光光に対してその偏光面を90度回転させる。従って、図15に示す様に、第二の位相部材421の位相が市松状に0（斜線部）， π （ドット部）に加工されている場合、入射してきた直線偏光光はその偏光面がこの第二の位相部材421により市松状に変調される。

【0085】

図16に示す様に、第一の位相シフト部材（ π セル）41へ電圧が印加されていない場合、入射直線偏光光（ここでは紙面に垂直な偏光面とする）は、この π セル41で偏光面を90度回転させられ、紙面内に偏光面を有する偏光光として第二の位相部材421に入射する。この素子421の位相が π （ドット部）である部分ではその偏光面をさらに90度回転させ、紙面に垂直な振動面を有する偏光光として透過する。一方、第二の位相部材421の位相が0（斜線部）である部分では偏光面を回転させることなく透過させる。従って、第二の位相部材421を透過した光は、所定の直線偏光のみを透過させる偏光板422（ここでは、透過偏光軸を紙面内とする）において、第二の位相部材421の位相が0（斜線部）である部分を透過してきた光のみを透過させ、位相が π （ドット部）である部分を透過してきた光を遮光する。

【0086】

また、図17に示す様に、第一の位相シフト部材（ π セル）41へ電圧が印加されている場合は、この π セル41では偏光面を回転させないため第二の位相部材421に入射する直線偏光光の偏光面が図16の場合とは90度異なっており、位相が0（斜線部）である部分を透過してきた光を遮光し、位相が π （ドット部）である部分を透過してきた光のみを透過する。

【0087】

この様に、偏光板422を射出する光は市松状のパターンとなり、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧の $0.1n/0.1f$ により互いに補間しあう市松状の光を透過させ、前記実施形態にて説明した同様の原理で高解像度の立体画像が観察できる。

【0088】

ここでは、第二の位相部材421の位相が市松状に0（斜線部）， π （ドット部）に加工されている場合について説明したが、図18に示すように、水平ストライプ状に0（斜線部）， π （ドット部）の位相がつけられた2つの部材421a，421bを用いて、その水平ストライプパターンを直交させて用いる事も可能である。この時は図19に示す様に、2枚の位相部材を透過する光はそれぞれの部分で位相差を与えられ、0， π ， 2π （=0）の位相差となる。

【0089】

この結果、図からも明らかなように位相が市松状に0， π になり、前述の第二の位相部材421と同じ作用をもたせることができる。この場合は、水平ストライプ状に位相差を持たせた位相部材を作成すれば良く、容易に、安価に作成できるという効果を有する。

【0090】

[実施形態3]

図20は、本発明の実施形態3を説明する図であり、前出の図と同一部材には同一符番を付す。本実施形態が実施形態2と異なる点は、第一の位相シフト部材（ π セル）41を画像表示素子1の直前に配置した点であり、特に、図12～図19を用いて説明した偏光子42（第2の位相部材421，偏光板422）と分離して配置している点が異なる。

【0091】

本実施形態でも、各構成部品は既に説明した設計パラメータの関係式（h1）～（h11），（v1）～（v3）を満足するように配置される。ただし、本実施形態においては、実施形態1の光変調素子4の代わりに偏光子42（または第2の位相部材421と偏光板422）を配置し、各部材の間隔（光学換算距離）は第一の位相シフト部材（ π セル）41の光学厚みを考慮して決定する。

【0092】

また、第一の位相シフト部材（ π セル）41は画像表示素子1と偏光子42（または421と422）との間で、他の部材と干渉しない位置に配置すれば良く、ここでは、第一の位相シフト部材（ π セル）41は、画像表示素子1と横レンズキュラーレンズ2の間に配置している。

【0093】

図21は画像表示素子1に合成視差画像9を表示したある瞬間の、右眼用画像ライン（奇数走査線）を含む水平断面で切った断面図であり、図22は画像表示素子1に合成視差画像8を表示したある瞬間の、左眼用画像ライン（奇数走査線）を含む水平断面で切った断面図である。

【0094】

本実施形態においては、画像表示素子1上には図7に示す合成視差画像9と図9に示す合成視差画像8とを交互に表示する。その画像の切り替えに同期して、画像生成装置10は第一の位相シフト部材（πセル）41の駆動装置12へ同期信号を出力し、第一の位相シフト部材（πセル）41への印加電圧を o_n/o_f する。

【0095】

この実施形態における水平方向の作用について説明する。

【0096】

図21では右眼E_rに向かう画像表示光を実線、左眼E_lに向かう画像表示光を破線で示しているが図20から明らかなようにこれら2つの光線群を含む面は画像表示素子1の走査線の巾で垂直方向にずれている。

【0097】

画像表示素子1上に表示される合成視差画像9の右眼用ライン（奇数走査線）の各画素からの画像表示光（ここでは紙面に垂直な偏光面を有する直線偏光とする。）は、第一の位相シフト部材（πセル）41により偏光面を90度回転させられ紙面内に偏光面を有する偏光光となり射出される。

【0098】

これらの光束のうち、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が0である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を回転させることなく透過し、所定の直線偏光のみを透過させる偏光板422（ここでは、透過偏光軸を紙面内（H-LA断面内）とする）を透過して観察者の右眼E_rの位置に向かう。

【0099】

一方、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が π （ハッチング部）である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を90度回転させられ、紙面内に垂直な方向（V方向）に振動面を有する偏光光として透過するが、偏光面が偏光板422の透過偏光軸と直交するため遮光される。この様にして、合成視差画像9の右眼用ライン（奇数走査線）の各画素からの画像表示光は右眼にのみ入射させられる。

【0100】

図15～図19や図20に示すように、第二の位相部材421の位相は市松状に0, π が配置されているために、図21において波線で示す左眼用ライン（偶数走査線）を射出した光は、左眼にのみ入射させられる。

【0101】

従って、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が0ffで、画像表示素子1上に合成視差画像9が表示されている時は、奇数走査線の各画素からの画像表示光のみが右眼に入射し、偶数走査線の各画素からの画像表示光のみが左眼に入射する。

【0102】

次に、画像表示素子1に合成視差画像8を表示させ、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧を0nする。この時は、図22に示すように、画像表示素子1上に表示される合成視差画像8の左眼用ライン（奇数走査線）の各画素からの画像表示光（ここでは紙面に垂直な偏光面を有する直線偏光とする。）は、第一の位相シフト部材（ π セル）41により偏光面を回転させることなく透過する。

【0103】

これらの光束のうち、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が0である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を回転させることなく透過するが、偏光面が偏光板422の透過偏光軸と直交するため遮光される。一方、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が π （ハッチング部）である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を90度回転させられ紙面内に振動面を有する偏光光として透過し、偏光

板422を透過して観察者の左眼E1の位置に向かう。

【0104】

従って、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が0nで、画像表示素子1上に合成視差画像8が表示されている時は、奇数走査線の各画素からの画像表示光のみが左眼に入射し、偶数走査線の各画素からの画像表示光のみが右眼に入射する。

【0105】

以上の様に、画像表示素子1上に合成視差画像9と合成視差画像8とを交互に表示し、その画像の切り替えに同期して、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧を0n/0ffすることにより、観察者は画像表示素子1上に表示されるそれぞれの視差画像の全画素を観察することになり、高解像度の立体画像が観察できる。また、立体画像-平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフリッカー無く高解像度で表示できる立体画像表示方法についても、実施形態1と同じ方法で実現できる。

【0106】

ここでは、説明を簡単にするために、画像表示素子1を射出する偏光光を紙面に垂直な方向に振動する直線偏光として説明したが、鉛直方向に対して45度傾いた直線偏光であっても、それに応じて偏光軸を設定すれば、同様の構成で同様の機能が得られる。

【0107】

また、偏光板422は第1の縦レンチキュラーレンズ3の観察者側に配置することも可能である。

【0108】

【実施形態4】

図23は、本発明の実施形態4を説明する図であり、前出の図と同一部材には同一符番を付す。

【0109】

本実施形態が実施形態3と異なる点は、画像表示素子1に観察者の左右各々の眼に対応する視差画像6、7を交互に表示する点と、第二の位相部材421が0

， π の位相が垂直ストライプ状に配置されている点，及び横レンチキュラーレンズ2が不要である点である。

【0110】

図24は画像表示素子1に右眼用の視差画像7を表示し第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が 0 f f の状態での両眼を含む水平断面で切った断面図であり，図25は画像表示素子1に左眼用の視差画像6を表示し第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が on の状態での両眼を含む水平断面で切った断面図である。

【0111】

本実施形態においては，画像表示素子1上には右眼用の視差画像7と左眼用の視差画像6とを交互に表示する。その画像の切り替えに同期して，画像生成装置10は第一の位相シフト部材（ π セル）41の駆動装置12へ同期信号を出力し，第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧を $on / 0 \text{ f f}$ する。

【0112】

この実施形態における水平方向の作用について説明する。

【0113】

図24に示すように，画像表示素子1上に表示された右眼用の視差画像7の各画素からの画像表示光（ここでは紙面に垂直（V方向）な偏光面を有する直線偏光とする。）は，第一の位相シフト部材（ π セル）41により偏光面を90度回転させられ紙面内に偏光面を有する偏光光となり射出される。

【0114】

これらの光束のうち，第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が0である部分に集められた光は，入射直線偏光光の偏光面を回転させることなく透過し，所定の直線偏光のみを透過させる偏光板422（ここでは，透過偏光軸を紙面内（H-LA断面内）とする）を透過して観察者の右眼Erの位置に向かう。

【0115】

一方，第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が π （ハッチング部）である部分に集められた光は，入射直線偏光光の偏光面を90

0度回転させられ、紙面内に垂直な方向に振動面を有する偏光光として透過するが、偏光面が偏光板422の透過偏光軸と直交するため遮光される。この様にして、右眼用の視差画像7の各画素からの画像表示光は右眼にのみ入射させられる

【0116】

図23に示すように、第二の位相部材421の位相は垂直ストライプ状に0, π が配置されているために、図24に示した走査線以外の走査線上の各画素からの画像表示光も同様に右眼にのみ入射させられ、その結果、画像表示素子1上に表示された右眼用の視差画像7のすべてを右眼で観察することになる。

【0117】

従って、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が0f fで、画像表示素子1上に右眼用の視差画像7が表示されている時は、この視差画像7すべてを右眼で観察することになる。

【0118】

次に、画像表示素子1に左眼用の視差画像6を表示させ、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧を0nする。この時は、図25に示すように、画像表示素子1上に表示される左眼用の視差画像6の各画素からの画像表示光（ここでは紙面に垂直な偏光面を有する直線偏光とする。）は、第一の位相シフト部材（ π セル）41により偏光面を回転させることなく透過する。

【0119】

これらの光束のうち、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が0である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を回転させることなく透過するが、偏光面が偏光板422の透過偏光軸と直交するため遮光される。一方、第2の縦レンチキュラーレンズ5により第二の位相部材421の位相が π （ハッチング部）である部分に集められた光は、入射直線偏光光の偏光面を90度回転させられ紙面内に振動面を有する偏光光として透過し、偏光板422を透過して観察者の左眼E1の位置に向かう。

【0120】

従って、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が0nで、画像表

示素子1上に左眼用の視差画像6が表示されている時は、この視差画像6すべてを左眼で観察することになる。

【0121】

以上の様に、画像表示素子1上に視差画像6、7とを交互に表示し、その画像の切り替えに同期して、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧を $o_n/o_f f$ することにより、観察者は画像表示素子1上に表示されるそれぞれの視差画像の全画素を観察することになり、高解像度の立体画像が観察できる。また、立体画像－平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフリッカ－無く高解像度で表示できる立体画像表示方法についても、実施形態1と同じ方法で実現することができる。

【0122】

本実施形態でも、各構成部品は既に説明した設計パラメータの関係式（h1）～（h11）を満足するように配置される。ただし、本実施形態においては、実施形態1の光変調素子4の代わりに偏光子42（または第2の位相部材421と偏光板422）を配置し、各部材の間隔（光学換算距離）は第一の位相シフト部材（ π セル）41の光学厚みを考慮して決定する。

【0123】

また、第一の位相シフト部材（ π セル）41は画像表示素子1と偏光子42（または第2の位相部材421と偏光板422）との間で、他の部材と干渉しない位置に配置すれば良く、ここでは、第一の位相シフト部材（ π セル）41は、画像表示素子1と第2の縦レンチキュラーレンズ5の間に配置している。

【0124】

これまでの説明から明らかな様に、本実施形態においては垂直方向へは画像表示素子1の視野角特性に応じた観察領域が形成される。しかしながら、図28に示す様に前記実施形態3などと同様に横レンチキュラーレンズ2を用いることもできる。この場合には、設計パラメータの関係式（v1）～（v3）を満足するように配置すれば良い。

【0125】

次に立体画像－平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフ

リッカー無く高解像度で表示できる立体画像表示方法について説明する。

【0126】

図26に、立体画像と平面画像（2D画像）とを混在して表示するときの、画像表示素子1上に表示するそれぞれの視差画像6'、7'を示す。視差画像6、7の所定の位置に通常の平面画像（2D画像）を合成して表示している。

【0127】

すなわち、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が $o_f f$ で画像表示素子1上に右眼用の視差画像7が表示されている時はこの視差画像7すべてを右眼で観察し、第一の位相シフト部材（ π セル）41への印加電圧が $o_n n$ で画像表示素子1上に左眼用の視差画像6が表示されている時はこの視差画像6すべてを左眼で観察するのであるから、視差画像6、7の所定の位置に合成表示された通常の平面画像（2D画像）は、それぞれの眼で観察することができる。

【0128】

従って、両眼で同じ視差のない平面画像（2D画像）を見ることになり、それ以外の部分ではそれぞれの眼に対応した視差画像が分離して表示されるため、高解像度に表示された立体画像と平面画像（2D画像）とが混在している画像を同じ画面上に観察することができる。

【0129】

以上のように各実施形態によれば、視点への画像表示光の方向づけは水平方向の画素位置に無関係に行われ、画像表示素子の画素と画素の間の所謂ブラックマトリックスによって観察面に表示光が達しない暗部が生じることもなく、また表示画像の表示素子の散乱や画素構造による回折の影響も原理的に受けることはない。

【0130】

また、本実施形態によれば左右それぞれの視差画像の全画素をそれぞれの眼に入射させるため、従来のめがねなしの立体画像表示方式で生じていた表示画素数が半分になり、解像度が低くなってしまうと言う問題を解決し、高解像度の立体画像表示を実現することができる。

【0131】

更に、立体画像－平面画像の混在画像も高解像度で表示することができる。

【0132】

【発明の効果】

本発明によれば、特殊なメガネを必要としないで立体画像を観察するとき表示装置において、クロストーク及びモアレを低減して高解像度で立体画像を表示することができ、又、必要に応じては立体画像と平面画像の混在画像を高解像度で表示する、或は平面画像もフリッカー無く高解像度で表示できる立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1を示す斜視図

【図2】 本発明の実施形態1の画像表示素子に表示される合成視差画像の説明図

【図3】 本発明の実施形態1の水平方向の働きを説明するための水平断面図

【図4】 本発明の実施形態1の垂直方向の働きを説明するための垂直断面図

【図5】 本発明の実施形態1の表示方法を説明するための水平断面図

【図6】 本発明の実施形態1の表示方法を説明するための水平断面図

【図7】 本発明の実施形態1の視差画像と光変調素子の制御状態の説明図

【図8】 本発明の実施形態1の視差画像と光変調素子の制御状態の説明図

【図9】 本発明の実施形態1の視差画像と光変調素子の制御状態の説明図

【図10】 本発明の実施形態1の視差画像と光変調素子の制御状態の説明図

【図11】 本発明の実施形態1の視差画像と光変調素子の制御状態の説明図

【図12】 本発明の実施形態2を示す斜視図

【図13】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図

【図14】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図

【図15】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図

【図16】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図
【図17】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図
【図18】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図
【図19】 本発明の実施形態2に係る偏光子の説明図
【図20】 本発明の実施形態3を示す斜視図
【図21】 本発明の実施形態3の水平方向の働きを説明するための水平断面図
【図22】 本発明の実施形態3の水平方向の働きを説明するための水平断面図
【図23】 本発明の実施形態4を示す斜視図
【図24】 本発明の実施形態4の水平方向の働きを説明するための水平断面図
【図25】 本発明の実施形態4の水平方向の働きを説明するための水平断面図
【図26】 本発明の実施形態4における2D画像を混在表示するときの視差画像の説明図
【図27】 本発明の実施形態1の他の構成図
【図28】 本発明の実施形態4の他の構成図
【符号の説明】
1 画像表示素子
2 横レンチキュラーレンズ
3 第1の縦レンチキュラーレンズ
4、14、15、16 光変調素子
5 第2の縦レンチキュラーレンズ
6, 7 視差画像
8, 9 合成ストライプ画像
2a, 3a, 5a シリンドリカルレンズ
10 画像生成装置
11, 12 駆動装置

4 1 第1の位相シフト部材

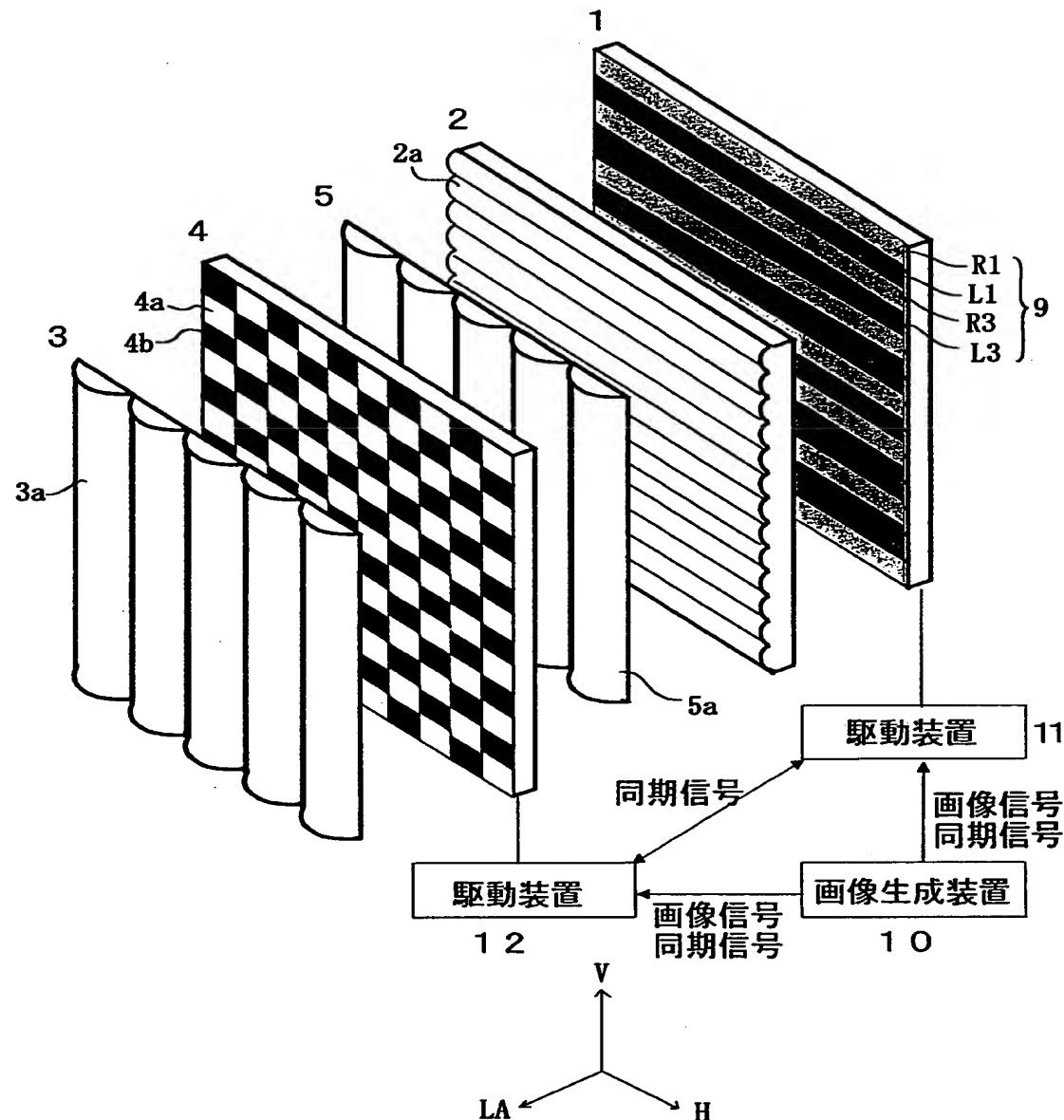
4 2 偏光子

4 2 1 第2の位相部材

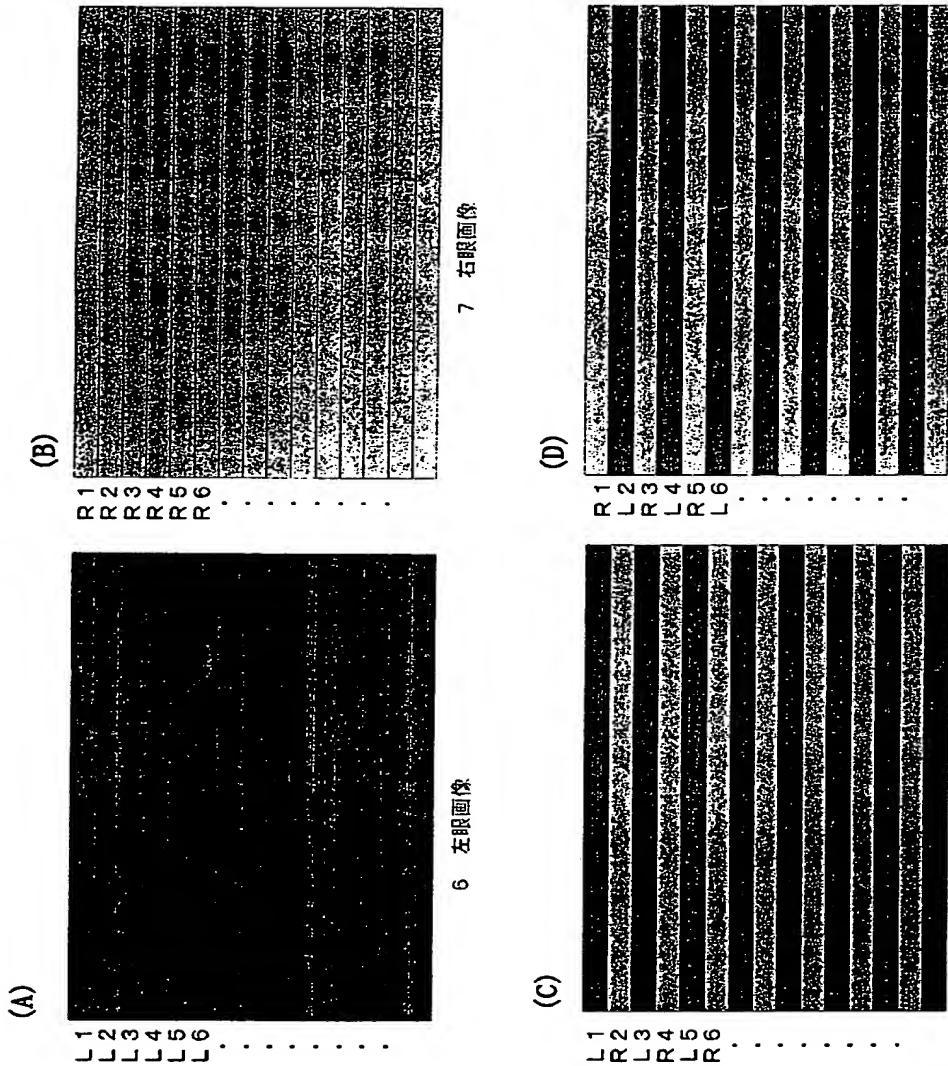
4 2 2 偏光板

【書類名】 図面

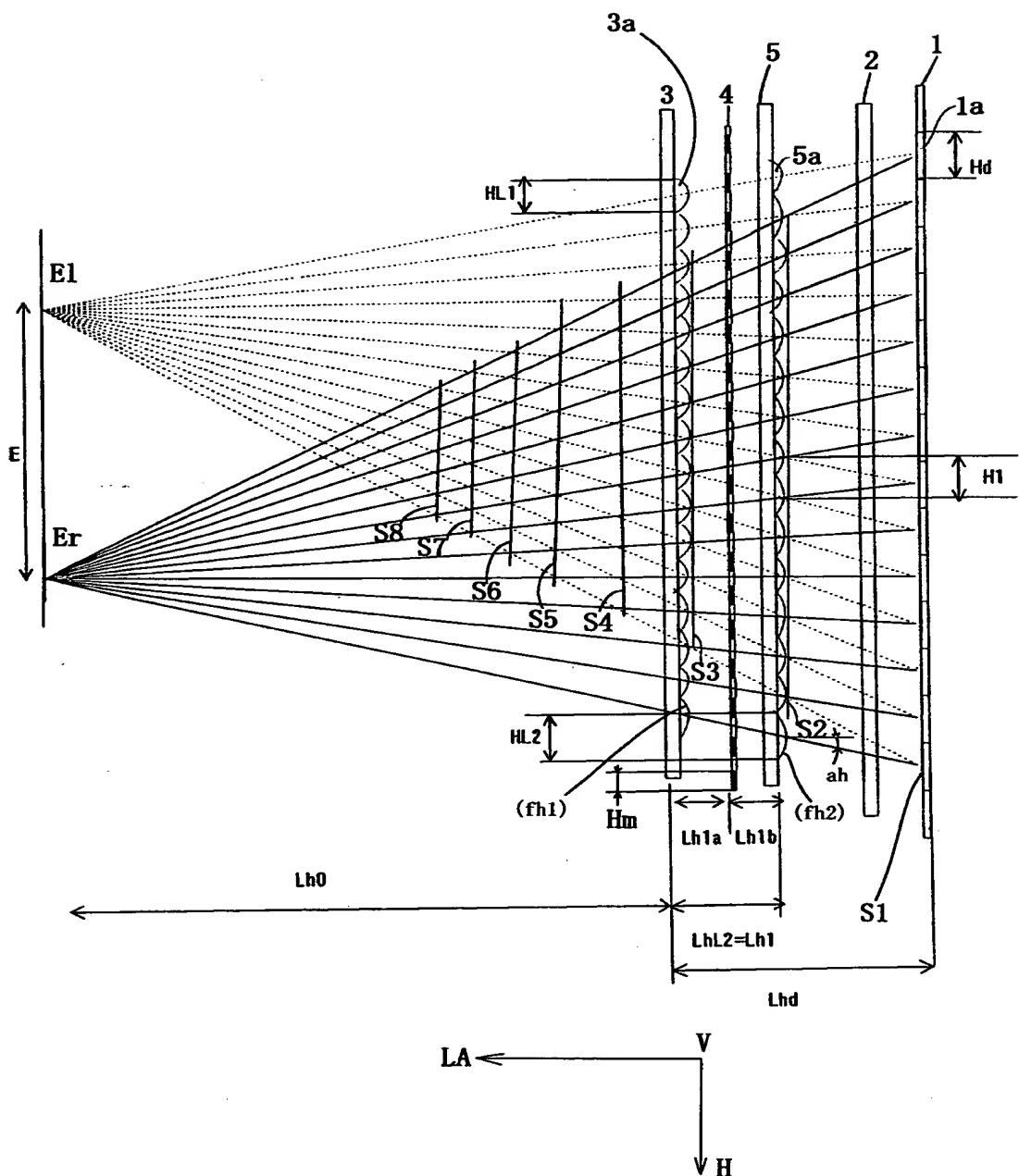
【図1】



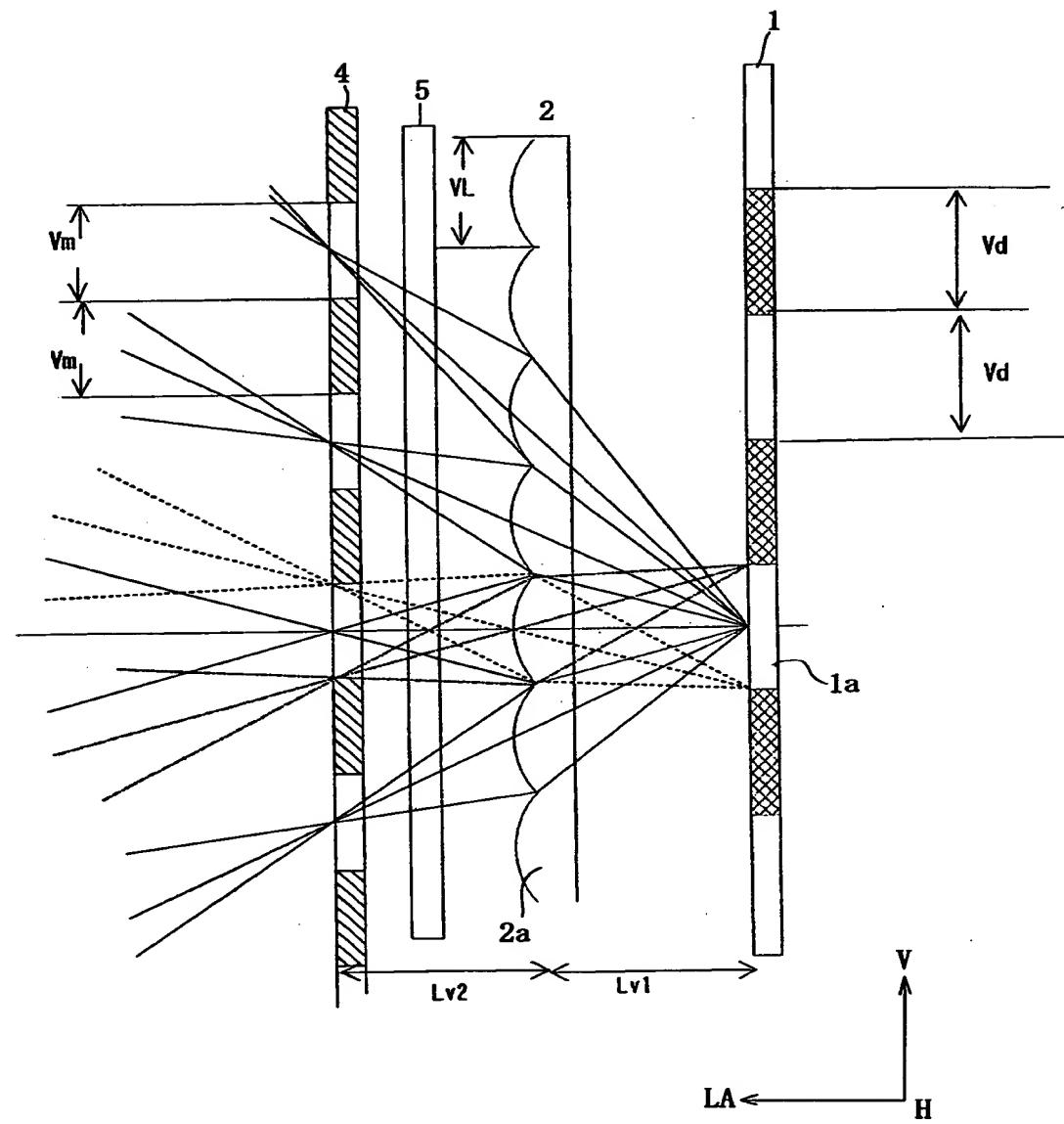
【図2】



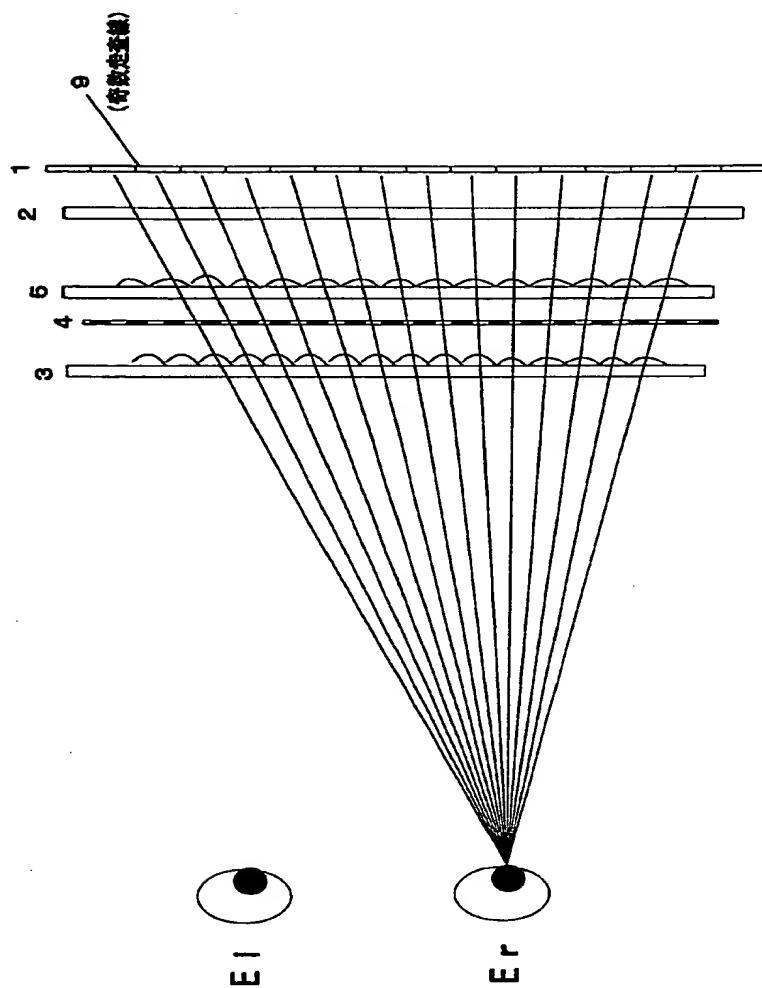
【図3】



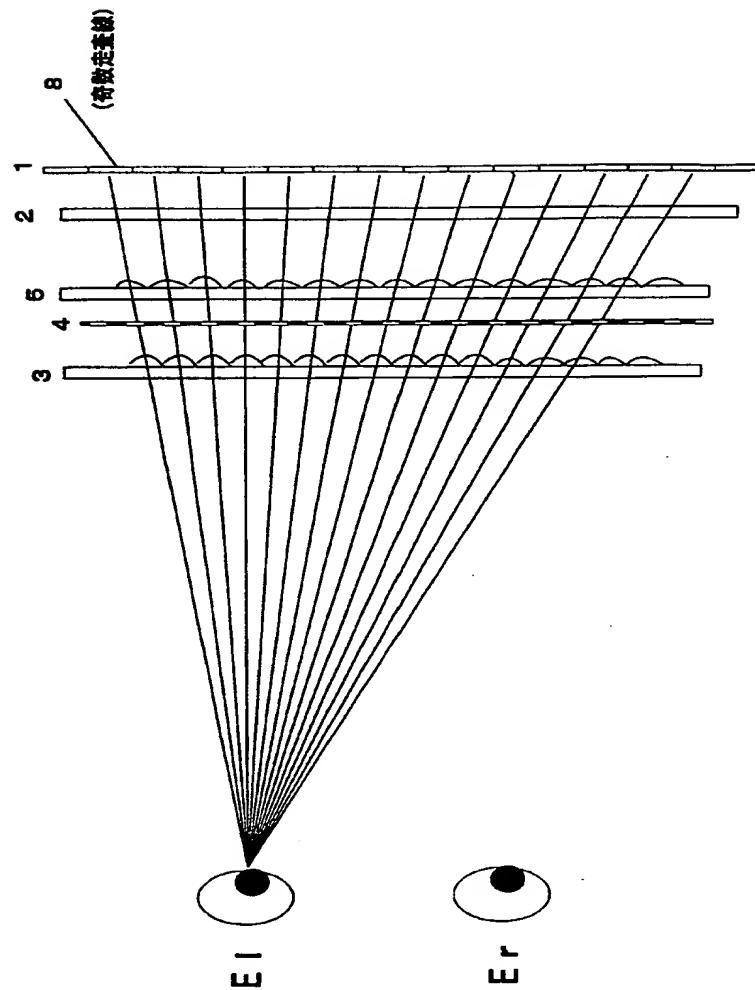
【図4】



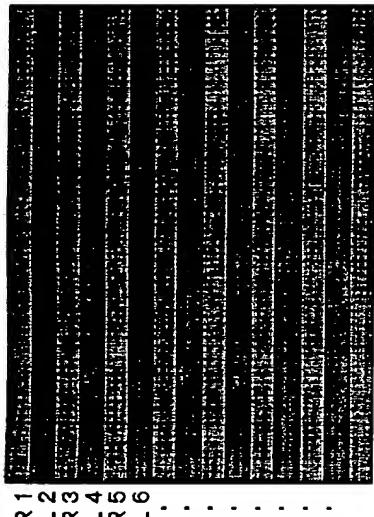
【図5】



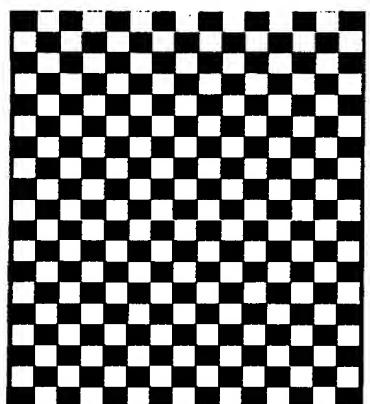
【図6】



【図7】

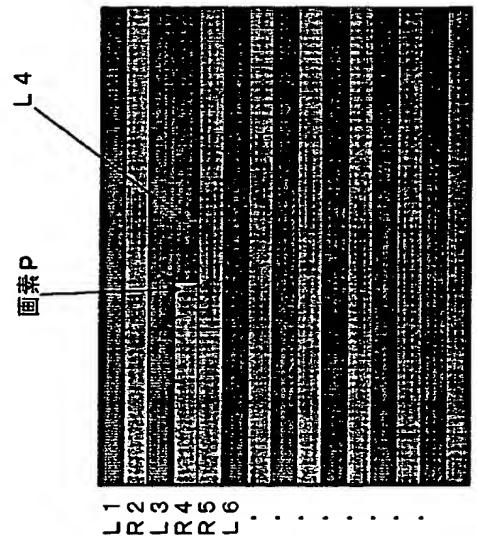


9 第二の合成相差画像

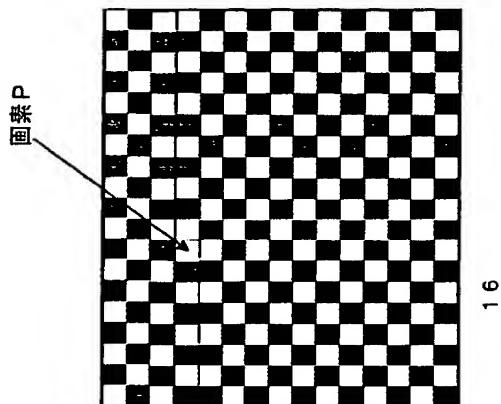


14

【図8】

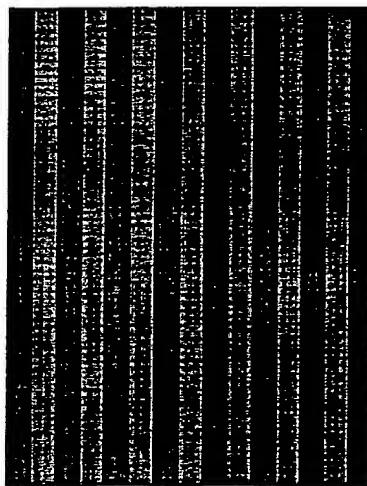


13

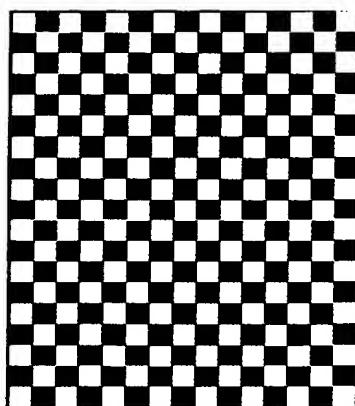


16

【図9】

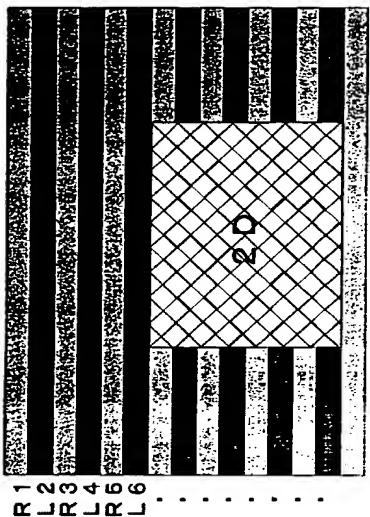


8 第一の合成根差画像

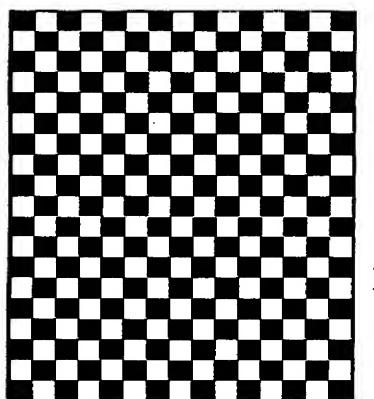


15

【図10】

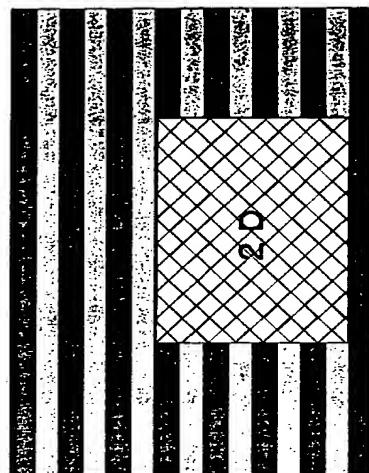


9 第二の合成視差画像

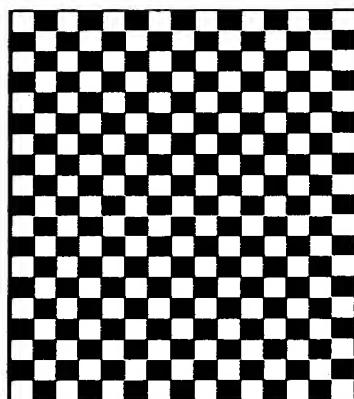


14

【図11】

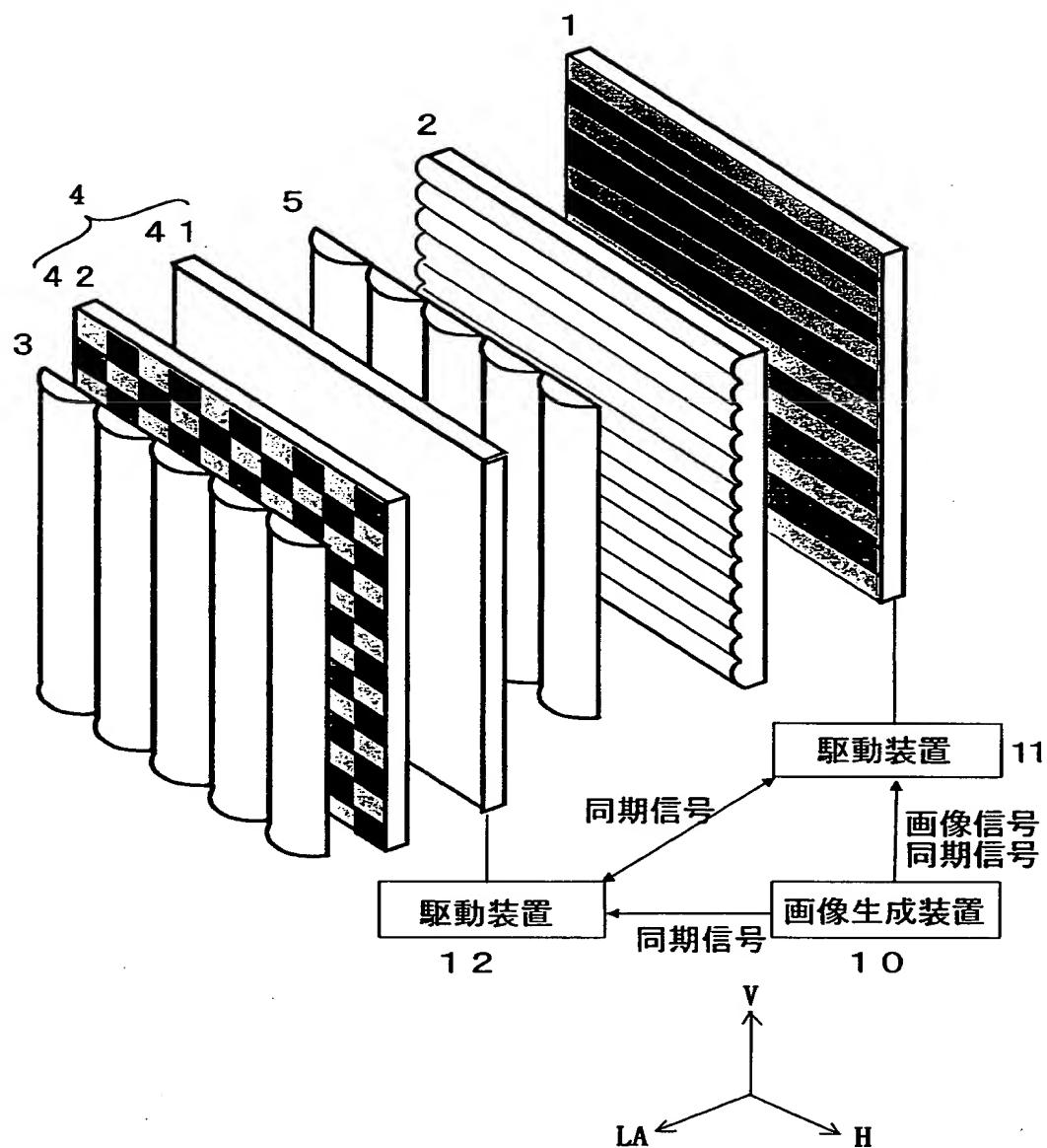


8 第一の合成根差画像

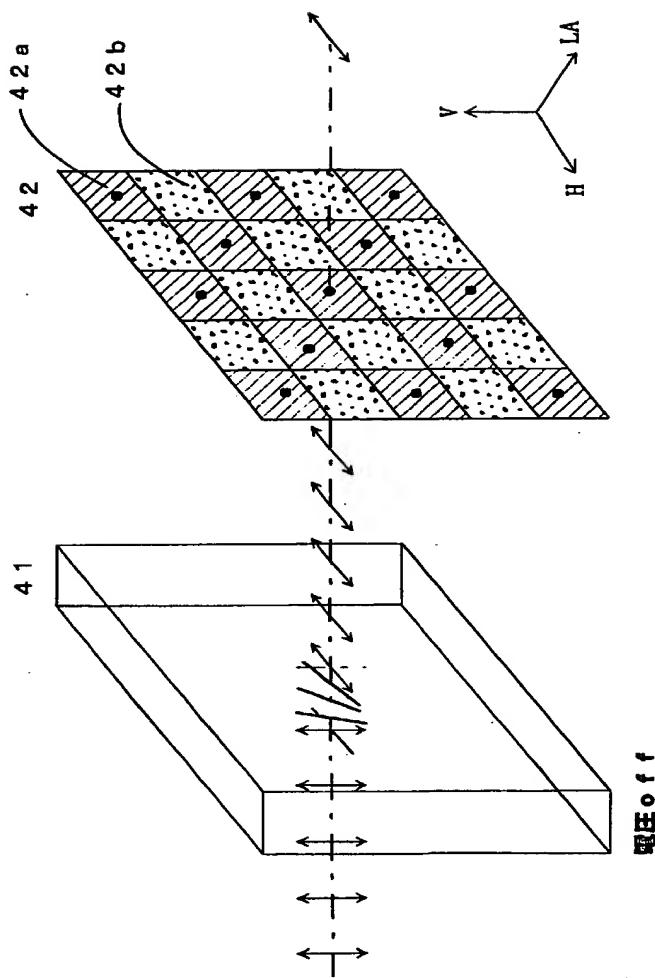


15

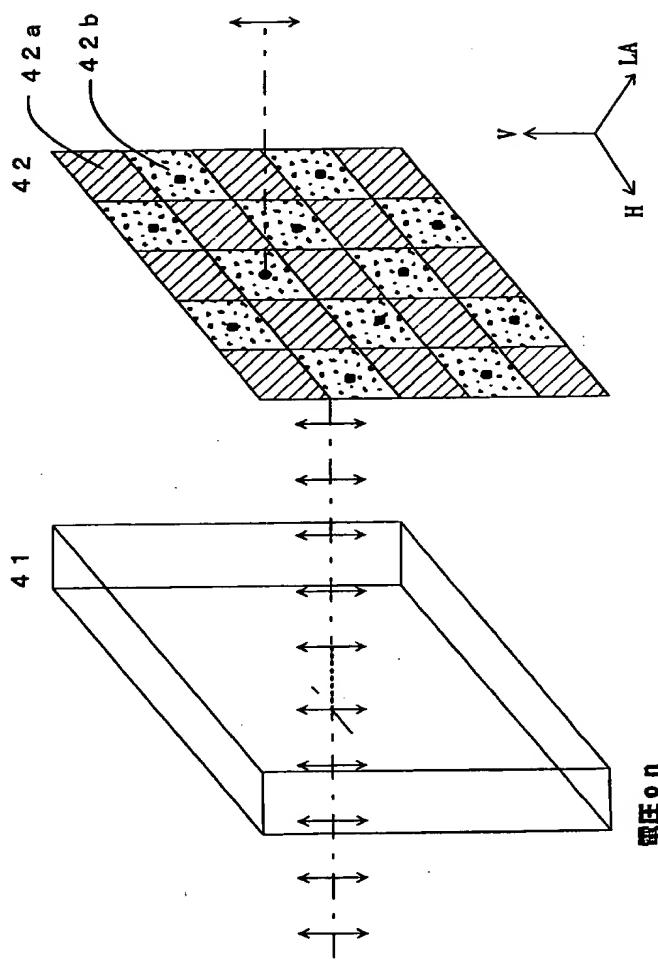
【図12】



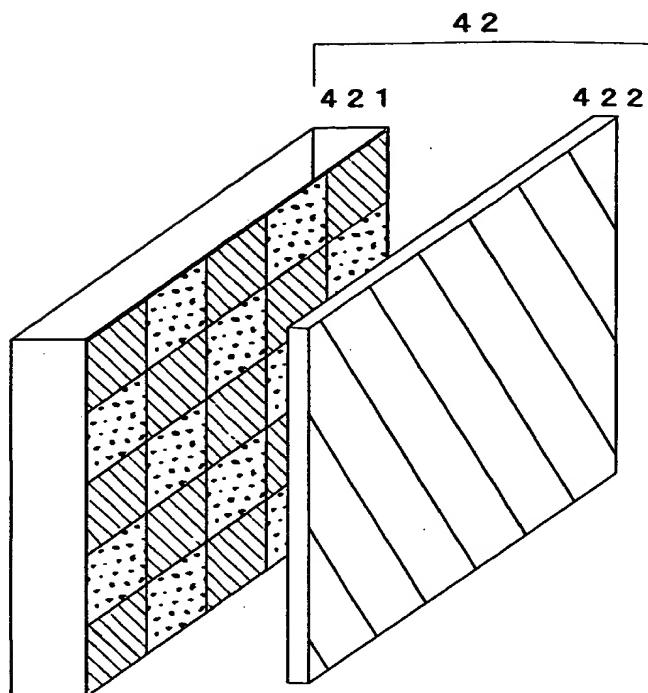
【図13】



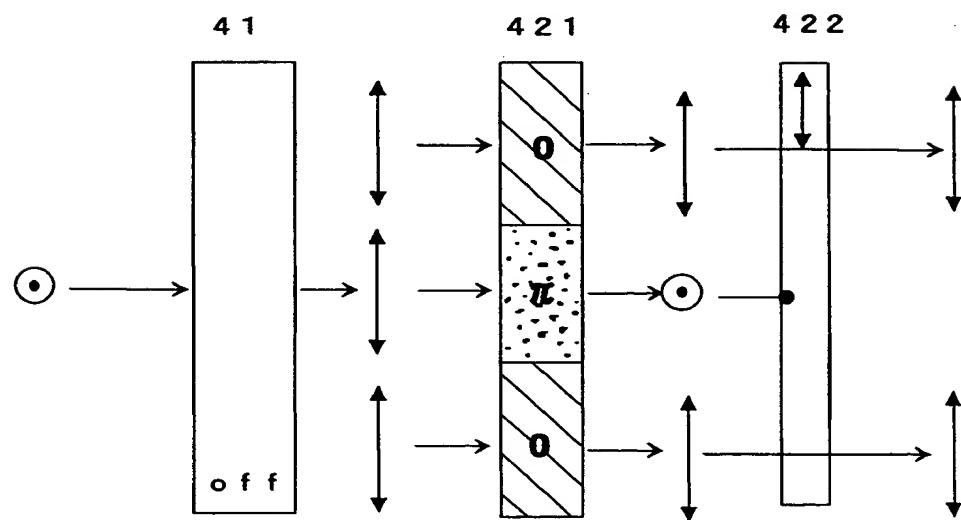
【図14】



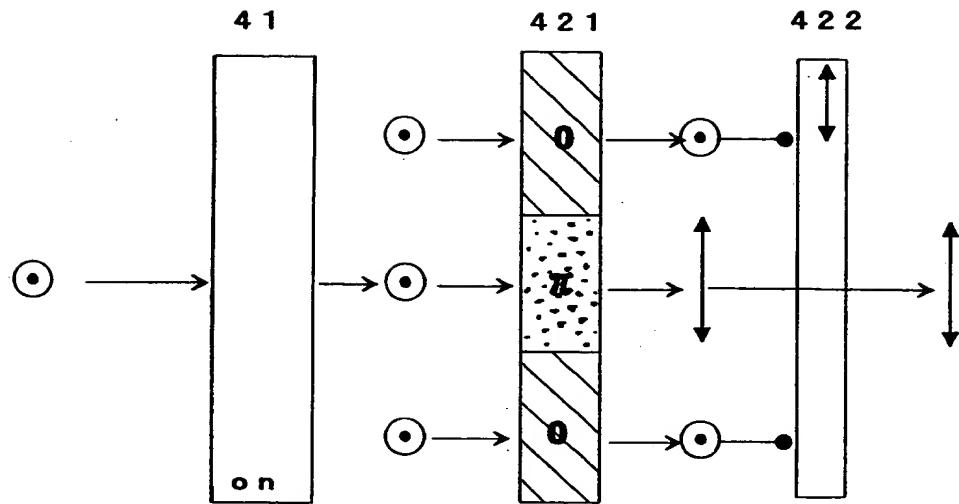
【図15】



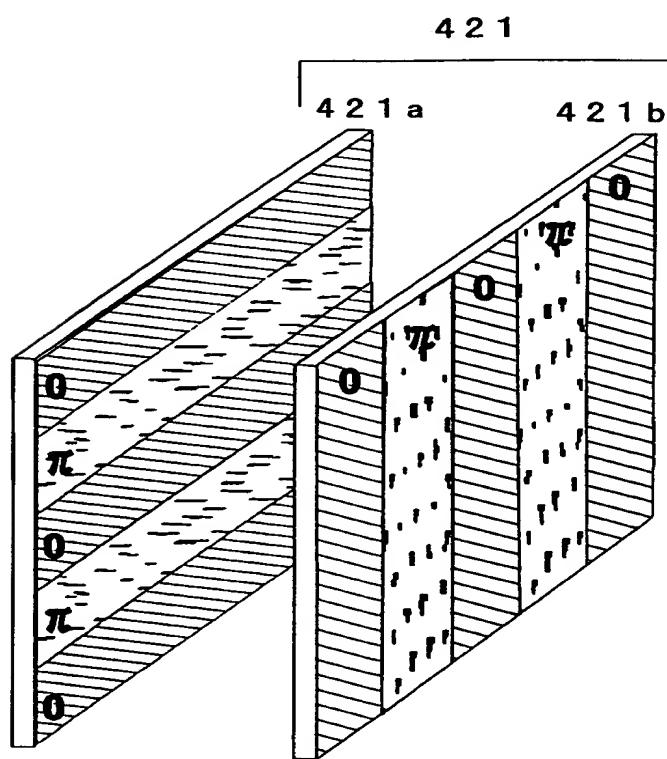
【図16】



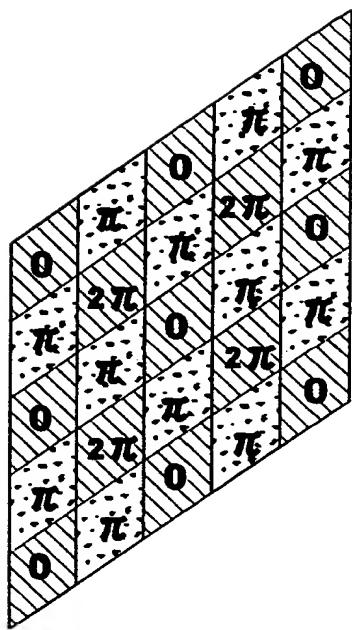
【図17】



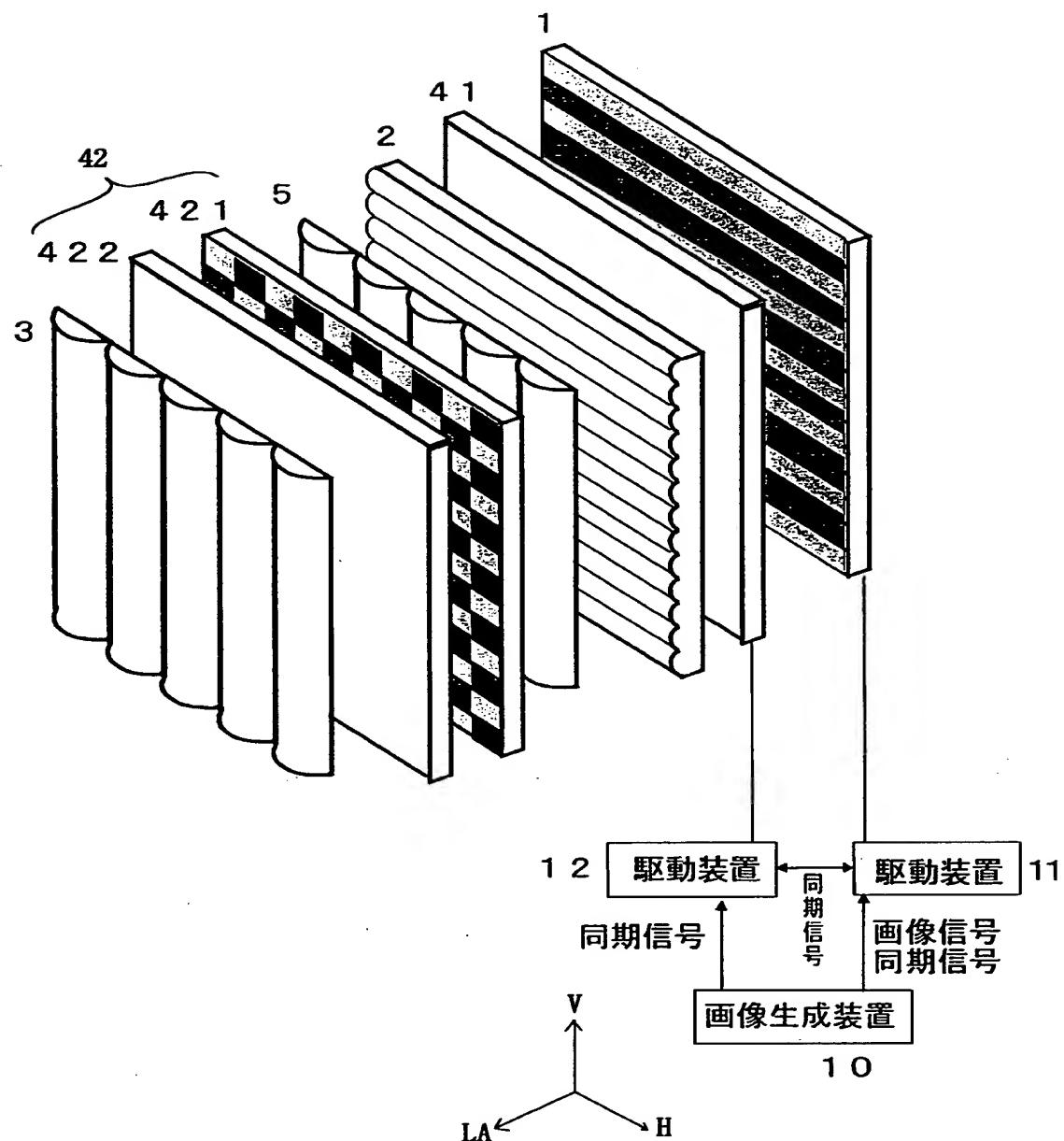
【図18】



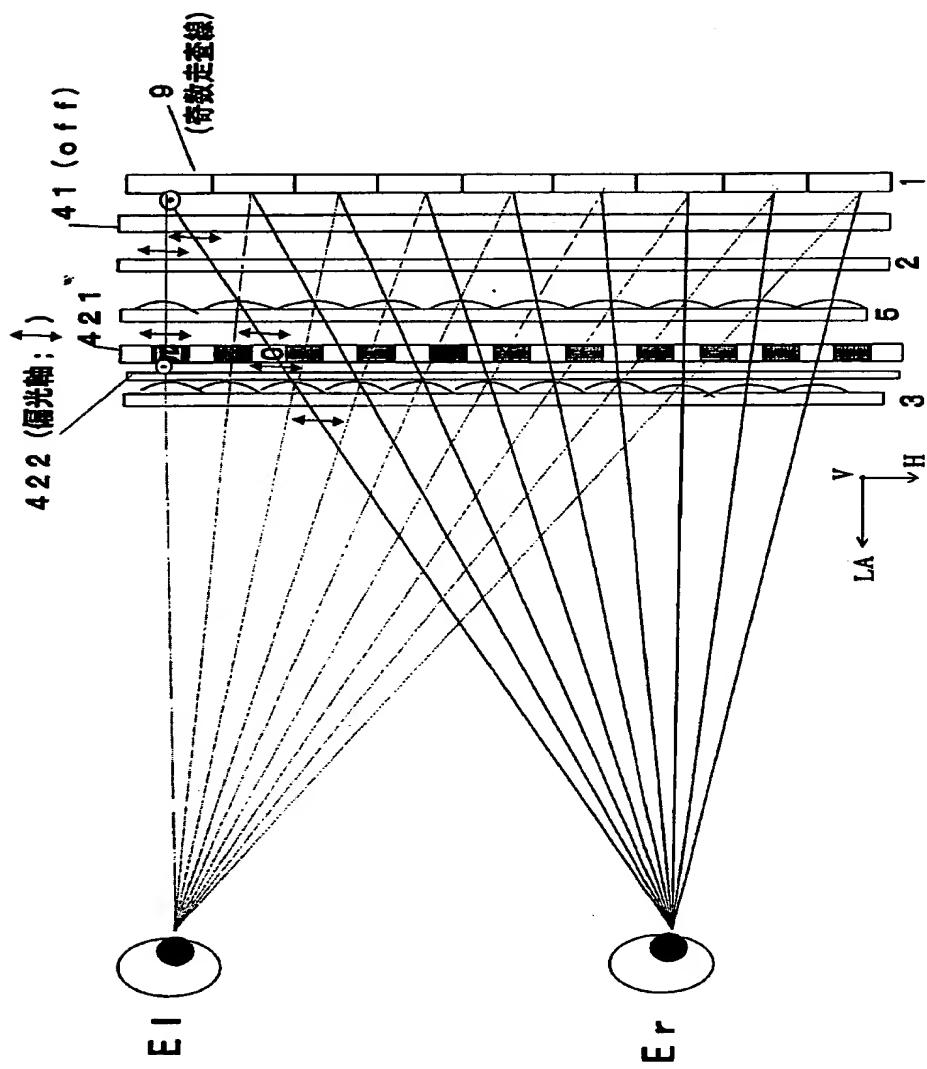
【図19】



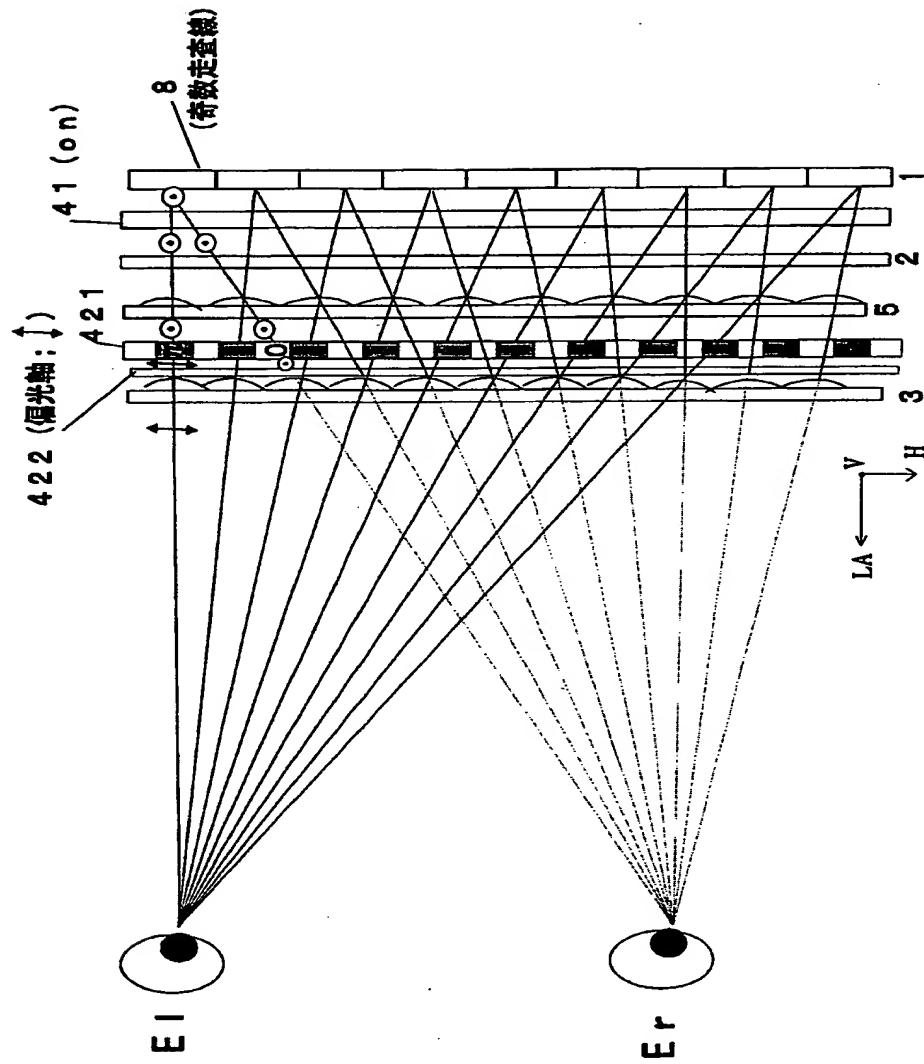
【図20】



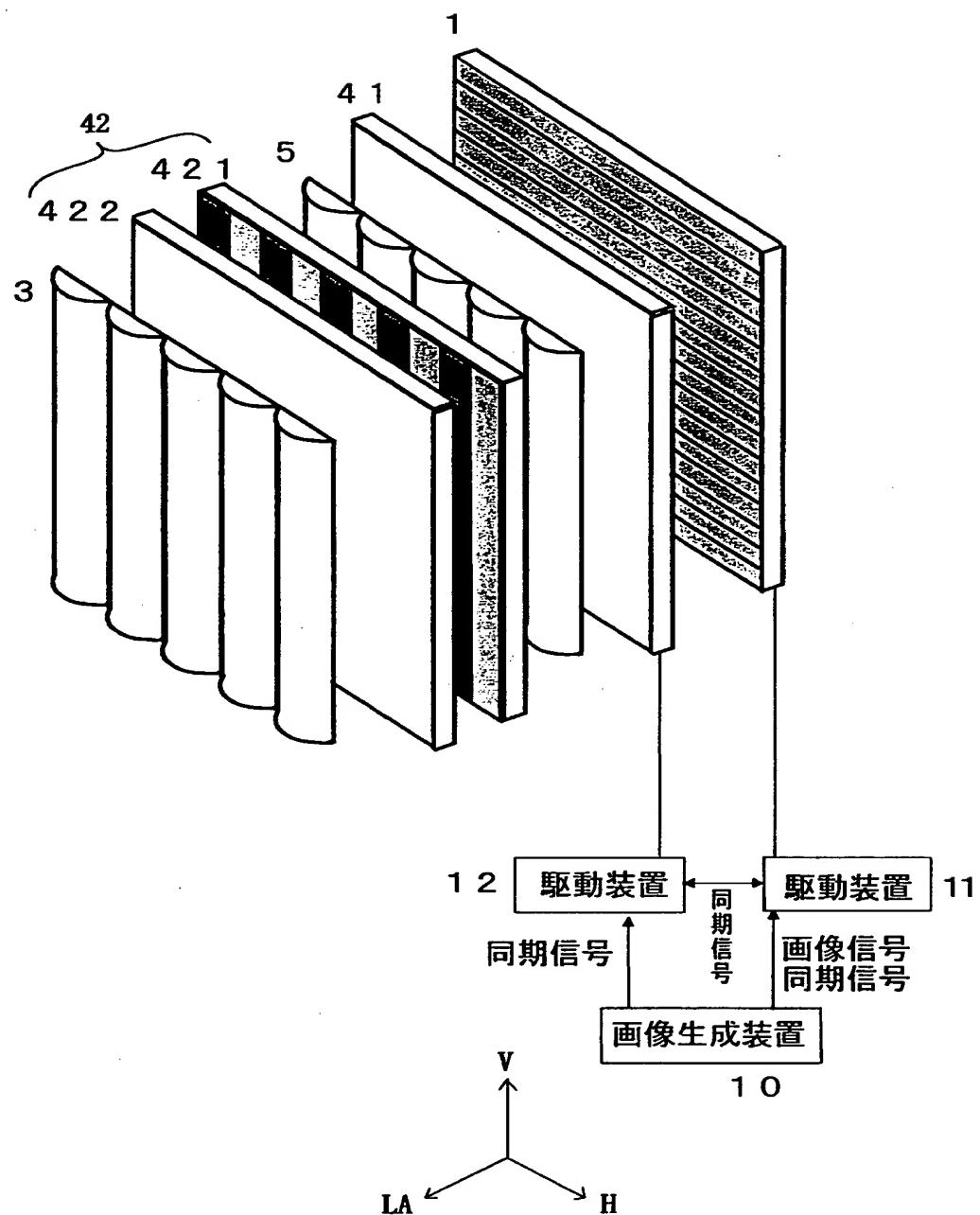
【図21】



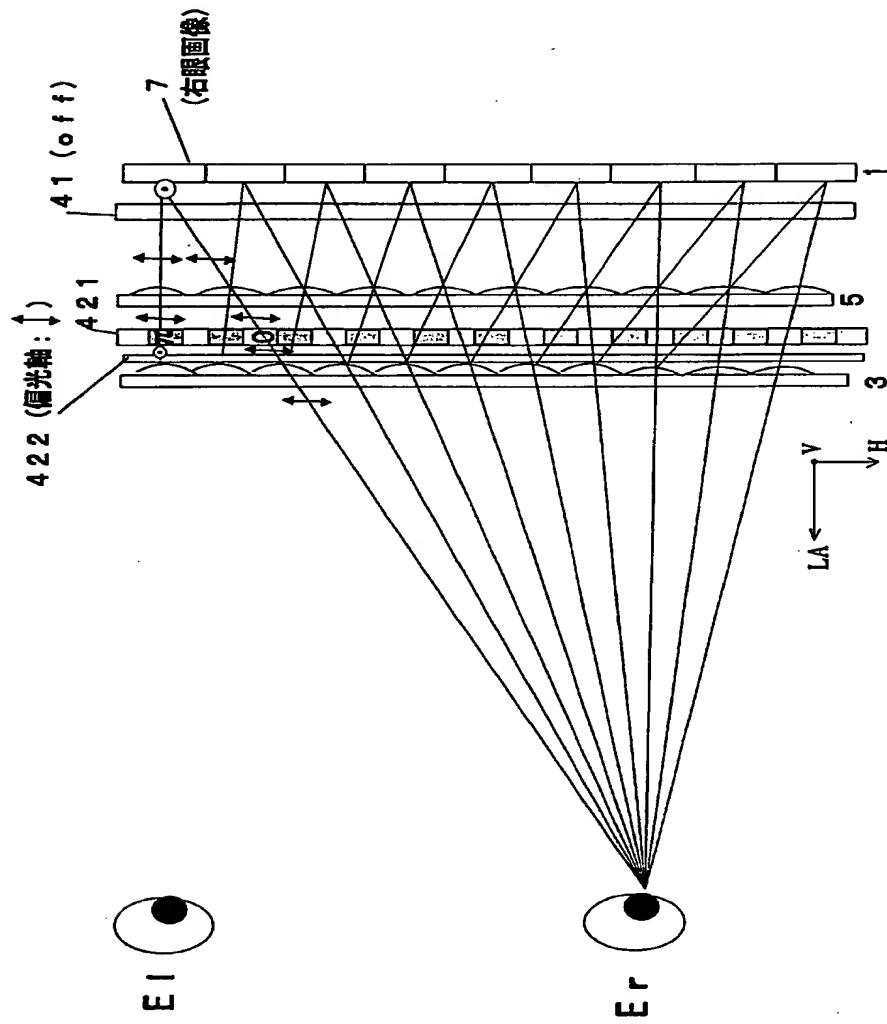
【図22】



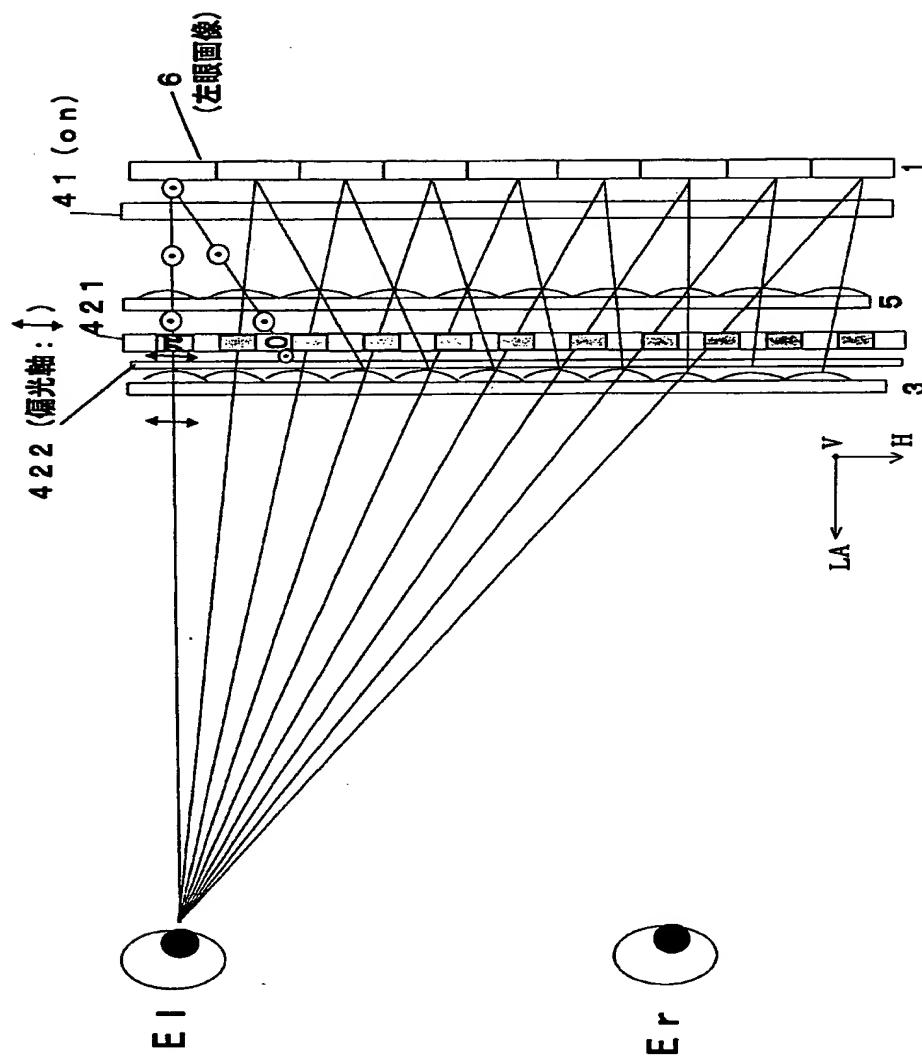
【図23】



【図24】

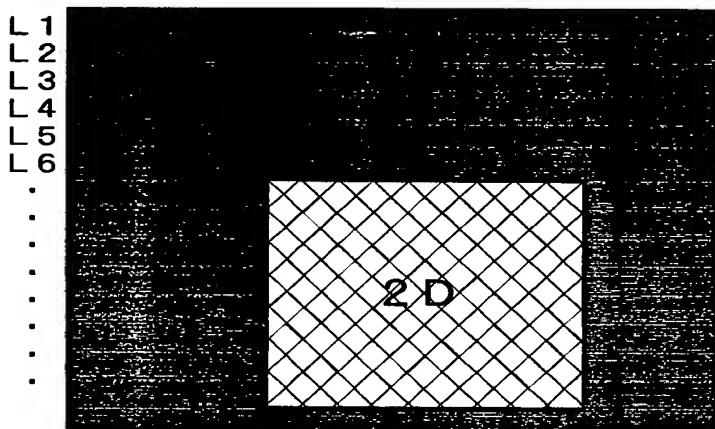


【図25】



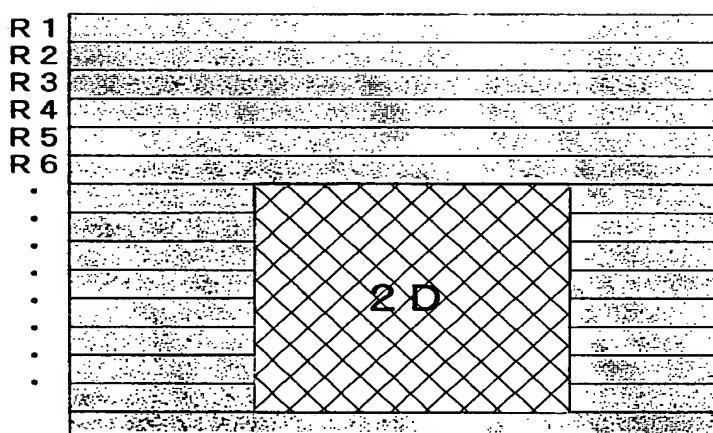
【図26】

(A)



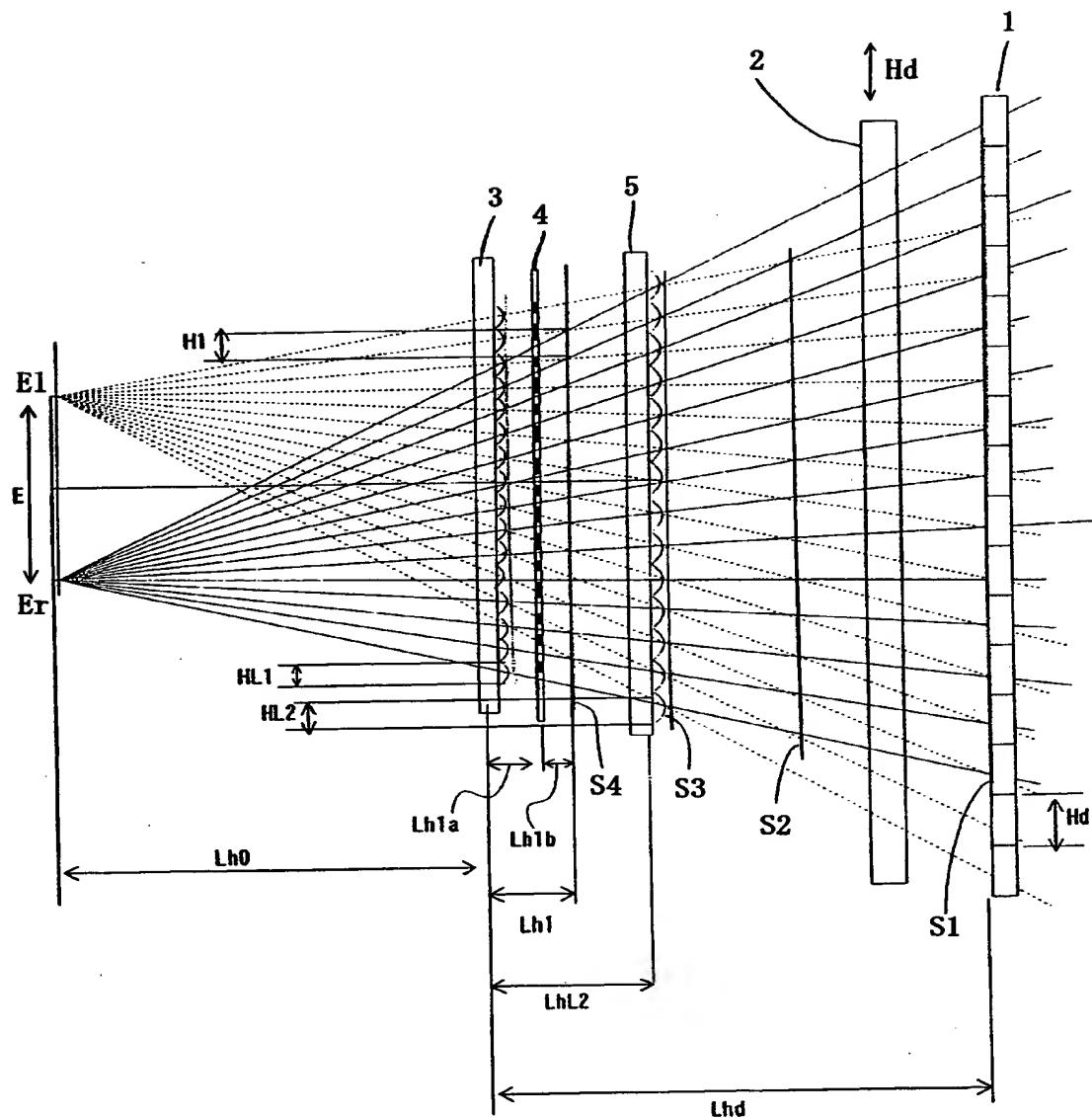
6' 左眼画像

(B)

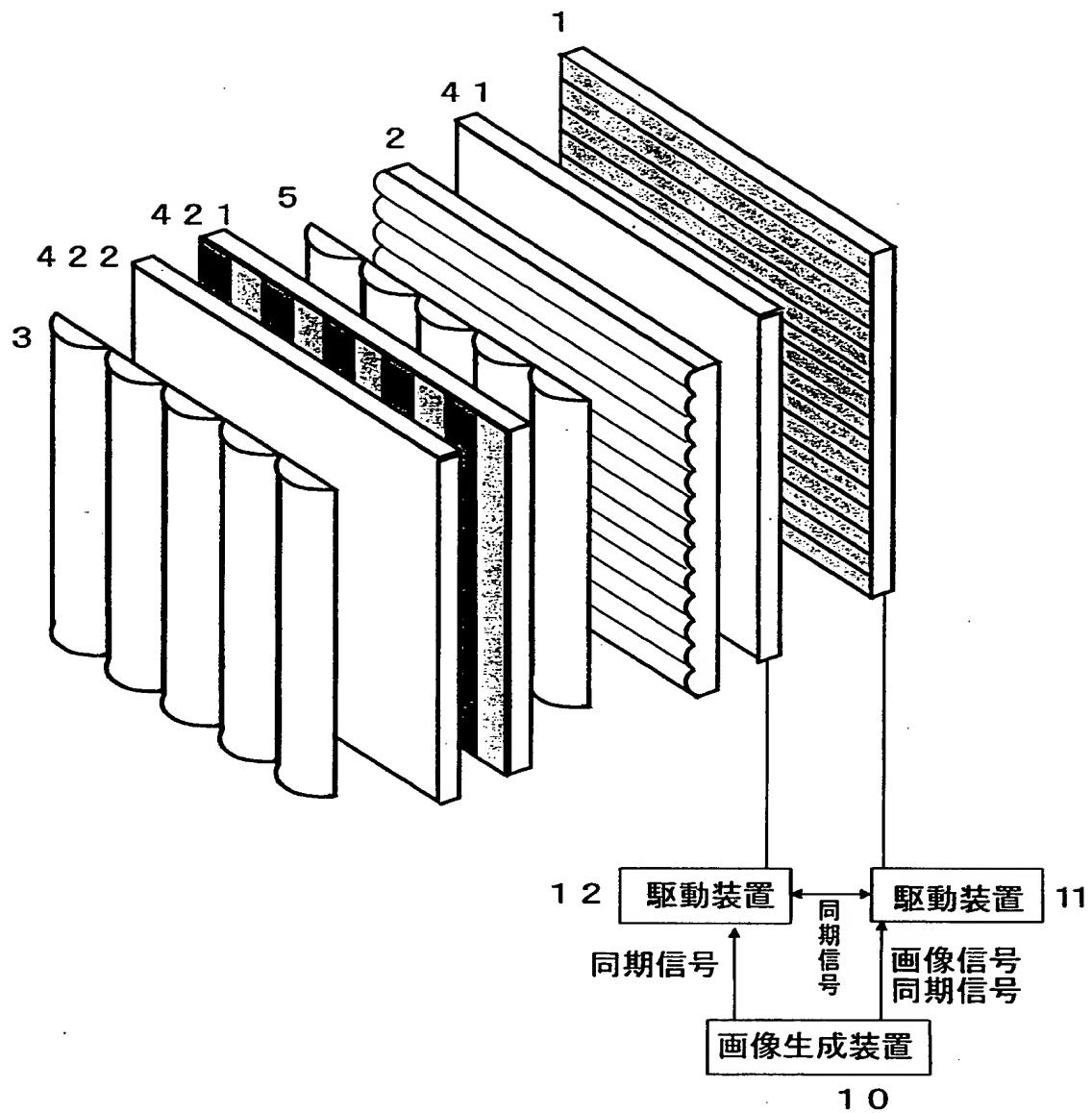


7' 右眼画像

【図27】



【図28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 立体画像を良好に観察することができる。立体画像表示方法及びそれを用いた立体画像表示装置を得ること。

【解決手段】 複数の異なる視点に対応した視差画像が表示可能な画像表示素子上の該視差画像の1つの視点に対応した画像からの表示光を、該画像表示素子の前面に配置した第2の光学系によって、透光部と遮光部の形成が可能な光変調素子に導光し、該光変調素子の透光部を透過した表示光を第1の光学系により所定の距離離れた観察面上の該視点に対応する位置に集めることによって該画像表示素子に表示した画像情報の立体観察を行う際、該画像表示素子に表示される視差画像の切り替えに同期して、該光変調素子からの透過光を制御することで、該画像表示素子上に表示される視差画像の全画面がそれぞれの眼に入射させるようにしたこと。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日 1997年 5月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

氏 名 株式会社エム・アール・システム研究所